

Projecte de Fi de Carrera
Enginyer Industrial

Projecte d'una font ornamental al “Gran LLac” del Parc de la Ciutadella de Barcelona

MEMÒRIA I ANNEXOS

Autor: Roser Aran Sala
Director: Angel Luis Orille Fernández
Convocatòria: Desembre 2003 (pla 94)



**Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Industrial de Barcelona**



Resum

En aquest projecte es realitza el disseny de les instal·lacions hidràuliques i elèctriques i el control d'una font ornamental situada al "Gran Llac" del Parc de la Ciutadella de Barcelona proposada per l'Ajuntament de Barcelona. Es segueix el Plec de Condicions que aquest estipula per a les fonts ornamentals i segons les normatives vigents.

Primerament s'estudia l'òptima ubicació de la sala de màquines. Aquesta sala alberga tant la part de la instal·lació hidràulica (canonades, bombes, vàlvules, etc.) com la part de la instal·lació elèctrica (il·luminació, alimentació dels dispositius elèctrics, quadre de comandament, etc.), del sistema de control i de depuració de l'aigua.

Es fa una descripció de l'obra civil escaient per a garantir una construcció segura.

En l'estudi hidràulic es fa un predimensionament de les canonades d'acer galvanitzat. També es fa un càlcul per trobar la potència de les bombes centrífugues, tenint en compte el cabal i pressió que han de aportar a cada circuit hidràulic de la font ornamental. Degut a les característiques de la font ornamental és necessari instal·lar una bomba diferent per a cada circuit.

En l'estudi elèctric es determina la potència necessària del conjunt elèctric. També es realitza el dimensionament de les seccions dels cables elèctrics i el disseny dels diferents circuits, que van des del propi funcionament de la font fins als elements elèctrics necessaris per un bon manteniment.

S'estudia el sistema de control més adequat pel ballet aquàtic. S'opta per a utilitzar un llenguatge de control normalitzat com és el GRAFCET.





Sumari

RESUM	1
SUMARI	3
1. GLOSSARI	7
2. INTRODUCCIÓ	9
2.1. Objectius del projecte	9
2.2. Abast del projecte	9
3. DESCRIPCIÓ DE LA FONT ORNAMENTAL	11
3.1. Requeriments de la font ornamental	12
3.2. Descripció de la solució adoptada	12
3.2.1. Sala de màquines	13
3.2.2. Sala d'entrada	13
3.2.3. Passadís	13
4. EQUIPAMENTS COMPLEMENTARIS	15
4.1. Obra civil	15
4.1.1. Obra civil de la sala de màquines	16
4.1.2. Obra civil de la sala d'entrada	16
4.1.3. Obra civil del passadís	16
4.2. Sistemes auxiliars	16
4.2.1. Sistema de ventilació	16
4.2.2. Sistema de control del nivell de l'aigua	17
4.2.3. Sistema de control de la velocitat del vent	18
4.2.4. Sistema de recirculació i depuració de l'aigua	18
4.2.5. Sistema de contraincendis d'emergència	18
4.2.6. Sistema de comunicació	18
5. DISSENY HIDRÀULIC	19
5.1. Descripció	19
5.2. Estudi	19
5.2.1. Descripció de les toveres i canonades	20
5.2.2. Descripció de les bombes	20
5.2.3. Sistema de drenatge	22
6. DISSENY ELÈCTRIC	25
6.1. Descripció	25
6.2. Distribució d'energia	25



6.2.1.	Distribució en xarxa subterrània i escomesa	25
6.2.2.	Sistema de connexió del neutre i les masses.....	26
6.3.	Instal·lacions d'enllaç.....	26
6.3.1.	Potència a contractar i característiques del quadre general de baixa tensió...	27
6.4.	Recorregut de la instal·lació	28
6.4.1.	Consideracions generals	28
6.4.2.	Del quadre general al quadre de comandament	29
6.4.3.	Descripció dels circuits	29
6.4.4.	Instal·lació de posada a terra.....	37
6.4.5.	Protecció contra sobreintensitats.....	38
6.4.6.	Protecció contra contactes directes i indirectes.....	39
7.	CONTROL DEL BALLET AQUÀTIC	40
7.1.	Descripció del ballet aquàtic	40
7.2.	Elecció del sistema de control	40
7.2.1.	Requisits de l'autòmat programable	42
7.3.	Elecció del llenguatge de programació.....	43
7.3.1.	Automatització en GRAFCET	44
7.4.	Funcionament de l'autòmat	45
	CONCLUSIONS	47
	BIBLIOGRAFIA.....	49
	Referències bibliogràfiques.....	49
	Bibliografia complementària.....	50
	ANNEXOS	51
A.	PLEC DE CONDICIONS DE L'AJUNTAMENT DE BARCELONA ..	53
B.	CÀLCULS COMPLEMENTARIS	57
B.1.	Càlcul del cabal necessari per la ventilació.....	57
B.2.	Càlcul de la velocitat màxima	57
B.3.	Càlcul del cabal necessari pel sistema de depuració	58
C.	HIDRÀULICA	59
C.1.	Càlcul de l'alçada manomètrica del escenari.....	59
C.1.1.	Càlcul de pèrdues de càrrega lineals	59
C.1.2.	Càlcul de pèrdues de càrrega singulars.....	60
C.2.	Càlcul de la potència hidràulica	66
C.3.	Factors correctors	67
C.4.	Càlcul de la potència del conjunt bomba-motor	67



C.5. Realització del càlculs.....	67
C.5.3. Càlculs hidràulics a l'escenari 1: Geiser	68
C.5.4. Càlculs hidràulics a l'escenari 2: Brolladors	69
C.5.5. Càlculs hidràulics a l'escenari 3: Pulveritzadors	70
C.5.6. Càlculs hidràulics a l'escenari 4: Pirouettes	71
D. ELECTRICITAT	73
D.1. Càlcul de la potència a contractar: coeficients de simultaneïtat.....	73
D.2. Càlcul de les caigudes de tensió i de les seccions dels conductors.	75
D.2.1. Fórmules utilitzades	76
D.2.2. Resultats numèrics	78
D.3. Càlcul de la resistència de terra.....	84
D.4. Justificació de la sensibilitat del diferencial	85
E. PRESSUPOST	87
E.1. Partida d'obra civil.....	88
E.2. Partida d'instal·lacions hidràuliques.....	90
E.3. Partida d'instal·lacions elèctriques.....	94
F. PLÀNOLS	97





1. Glossari

Símbol / Unitat	Explicació
f_{ck}	<i>Resistència característica mecànica del formigó.</i> Pren el valor que representa una probabilitat del 95% de ser superat en l'assaig de compressió de les n probetes cilíndriques de 15x30 fabricades del mateix formigó amb 28 dies d'edat.
f_{cy}	<i>Resistència mecànica característica de l'acer</i>
W	<i>Vat.</i> Unitat de potència del sistema internacional
V	<i>Volt.</i> Unitat de tensió elèctrica del sistema internacional
A	<i>Amper.</i> Unitat d'intensitat elèctrica del sistema internacional
m.c.a.	<i>Metres columna d'aigua.</i> Unitat de pressió. Indica la pressió equivalent que exerceixen els metres d'aigua indicats sobre la superfície.
IP	<i>Grau de protecció.</i> Va seguit de dos nombres. El primer indica la protecció contra cossos sòlids. El segon nombre indica la protecció contra l'aigua. (grau més petit indica menys protecció)





2. Introducció

L'Ajuntament de Barcelona decideix construir una font ornamental al "Gran Llac" del Parc de la Ciutadella. Aquesta font contribueix a augmentar la bellesa del Parc de la Ciutadella a l'hora que resol el problema de manca d'oxigenació i netedat de l'aigua del llac.

La font ornamental té la singularitat de realitzar un ballet aquàtic que esdevé un espectacle susceptible d'ésser contemplat per un elevat nombre d'espectadors.

2.1. Objectius del projecte

Aquest projecte té com a objectiu el disseny de les instal·lacions hidràuliques i elèctriques i el control de la font ornamental esmentada anteriorment.

2.2. Abast del projecte

El projecte es centra en el càlcul de la potència elèctrica necessària per al funcionament de la font ornamental. A tal efecte es realitza el disseny i dimensionament de la instal·lació elèctrica.

Es fa un càlcul aproximatiu del circuit hidràulic per saber la potència de les bombes a instal·lar.

Es dona una explicació de l'obra civil que cal realitzar així com també del sistema de depuració de l'aigua del llac.

Finalment es descriu el sistema de control utilitzat.





3. Descripció de la font ornamental

La font ornamental està dissenyada sobre una plataforma de formigó on estan ubicades les toveres i projectors necessaris per realitzar el ballet aquàtic. La seva silueta és la de un sortidor central (Escenari 1) envoltat de tres cercles concèntrics de 5 m, 6 m i 7 m de radi (Escenaris 2, 3 i 4 respectivament).

La font ornamental consta de 4 escenaris per a fer els diversos jocs d'aigua:

Escenari 1

1 Geiser central amb una tovera tipus Geiser.

4 Projectors de 250 W.

Escenari 2

24 Brolladors amb una tovera tipus Geiser i una electrovàlvula per cada brollador.

48 Projectors de 150 W , dos projectors per cada brollador.

Escenari 3

12 Pulveritzadors amb una tovera de pulverització.

12 Projectors de 150 W , un projector per cada pulveritzador.

Escenari 4

8 "Pirouettes" amb una tovera tipus Pirouette.

8 Projectors de 150 W , un projector per cada pirouette.

Cadascun dels escenaris anteriors pot actuar independentment dels altres i en cap cas funcionen simultàniament els escenaris 2, 3 i 4.

L'escenari 1 funciona durant tot l'horari establert mentre que la resta d'escenaris funcionen depenent de la seqüència establerta en el ballet aquàtic.

L'escenari 2 té tres jocs d'aigua diferents depenent del nombre de toveres que estan obertes.



3.1. Requeriments de la font ornamental

Per poder realitzar els diferents jocs d'aigua i a la vegada tenir la font ornamental sota control són necessaris els següents elements:

1 Autòmat programable industrial (PLC) que automatitza el ballet aquàtic.

2 Bombes per l'escenari 1. El funcionament és alternat i mai simultani.

2 Bombes per l'escenari 2. El funcionament és alternat i mai simultani.

2 Bombes per l'escenari 3. El funcionament és alternat i mai simultani.

2 Bombes per l'escenari 4. El funcionament és alternat i mai simultani.

1 Bomba de drenatge.

1 Sonda de nivell de l'aigua del llac per realitzar la parada del sistema i evitar l'aspiració en buit de les bombes.

1 Anemòmetre per realitzar la parada del sistema en cas en funció del vent existent.

1 Termohigròmetre per la regulació de l'encesa i apagada del ventilador.

45 Toveres dels diferents escenaris.

24 Electrovàlvules per realitzar els jocs d'aigua de l'escenari 2.

El sistema també inclou la il·luminació dels diferents escenaris, el sistema de tractament de l'aigua del llac i el sistema de ventilació forçada.

Veure el Plec de Condicions per fonts ornamentals de l'Ajuntament de Barcelona a l'Annex A

3.2. Descripció de la solució adoptada

Degut a l'entorn de la font ornamental la primera decisió que s'ha pres ha estat situar la sala de màquines a un nivell inferior del terra. D'aquesta manera el Parc de la Ciutadella no es veu afectat per l'aparició d'una casa o bloc que trenqui l'harmonia del paisatge.

El segon pas ha estat determinar quins són els llocs més adients per ubicar-la tenint en



compte que les instal·lacions no estan al vas del llac, sinó sota la plataforma de formigó, per evitar problemes de manteniment i d'evacuació de l'aigua del llac.

L'opció escollida és col·locar la sala de màquines a la vora del llac i a la mínima distància del centre de la font ornamental, per tal que les pèrdues de càrrega i de tensió siguin mínimes. L'inconvenient que presenta aquesta opció és que, degut a la pròpia estructura de la font, representa doblar els treballs de construcció. S'ha de construir una sala de màquines, una altra sala just a sota de la font ornamental per les instal·lacions i un passadís que uneixi les anteriors.

S'ha millorat la proposta i s'ha decidit situar la sala de màquines just a sota de la font ornamental. Amb aquesta reforma es redueixen encara més les pèrdues de càrrega i tensió.

3.2.1. Sala de màquines

La sala de màquines dissenyada és una cambra cilíndrica i alberga el conjunt dels elements que constitueixen pròpiament el ballet aquàtic: les instal·lacions hidràuliques, les instal·lacions elèctriques i el quadre elèctric de comandament.

3.2.2. Sala d'entrada

Es construeixen una sala d'entrada i un passadís que són el punt d'unió entre l'exterior i la sala de màquines.

La sala d'entrada és una cambra rectangular dins la qual hi ha el quadre general i els extrems dels conductes de ventilació. Des de la sala s'accedeix al passadís que condueix a la sala de màquines.

L'accés des de l'exterior a la sala d'entrada es fa a través d'una trapa doble i una escala metàl·lica amb barana. En general només s'obre la meitat de la trapa. En el cas que s'hagi de fer algun canvi o reparació de maquinària, que requereixi l'entrada a la sala d'un volum gran de material, s'obrirà la trapa en la seva totalitat.

3.2.3. Passadís

El passadís està situat de tal manera que la seva longitud sigui mínima. La seva principal funció és el pas dels conductors elèctrics i dels conductes de ventilació a la sala de màquines.





4. Equipaments complementaris

4.1. Obra civil

L'obra civil bàsica que s'executarà és la construcció de la sala d'entrada, passadís i sala de màquines de manera que sigui estanca i que tingui un sistema de efiç de desguassos i sobreexidors.

Tant la sala d'entrada, el passadís com la sala de màquines són de formigó armat tipus B-500S amb una resistència mecànica característica del formigó $f_{ck} = 2.5 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2$ i una resistència mecànica característica de l'acer $f_{yk} = 5 \cdot 10^8 \text{ N/m}^2$, complint la normativa vigent de la Instrucció de Formigó Estructural (EHE) referent a les característiques de l'acer [1] i del formigó [2].

Les quanties geomètriques del formigó [3] queden representades a la Taula 4-1.

Taula 4-1 : Quanties geomètriques mínimes, en tant per 1000, referenciades a la secció total del formigó

Tipus d'element estructural		Tipus d'acer	
		B 400 S	B 500 S
Pilars		4,0	4,0
Lloses		2,0	1,8
Bigues		3,3	2,8
Murs	Forjat horitzontal	4,0	3,2
	Forjat vertical	1,2	0,9

Totes les armadures són de 15 x 20 cm amb barres d'acer de 12 mm de diàmetre.

Per assegurar l'estanquitat es cobreixen les superfícies amb una pintura bituminosa.

El terra disposa d'una canaleta central de desguàs que desemboca al pou on hi ha la bomba de drenatge. El pendent del terra és d'un 1% decreixent fins a la canaleta per facilitar l'eliminació de l'aigua.



4.1.1. Obra civil de la sala de màquines

El cos central de la font ornamental o sala de màquines és un tub cilíndric de formigó armat amb dimensions interiors de 14,40 m de diàmetre i 3,5 m d'alçada, enfonsat 2,7 m sota terra.

La tapa superior del cilindre està subjectada per dues columnes de formigó. El forjat d'aquesta llosa està format per dues bigues d'acer que divideixen la llosa superior en tres parts a partir de les quals es construeix la resta del forjat.

La paret del cilindre té una obertura que comunica el passadís amb la sala de màquines. L'obertura té les dimensions del passadís. Les juntes són estanques.

Les toveres estan fixades a la llosa superior travessant-la. S'assegura l'estanquitat amb unes brides.

Els projectors estan situats a l'interior d'uns forats fets a la llosa superior del cilindre. Aquests forats són uns ulls de bou amb una placa de vidre que permet el pas de la llum. La unió de les superfícies del formigó i dels ulls de bou és estanca utilitzant unes brides d'estanquitat.

Veure els plànols a l'Annex F

4.1.2. Obra civil de la sala d'entrada

La sala d'entrada és una cambra rectangular de formigó armat de 3 x 2,7 m² i de 3,5 m d'alçada.

Des de la sala s'accedeix al passadís.

4.1.3. Obra civil del passadís

El passadís és túnel de formigó armat de 1,50 m d'amplada i 2 m d'alçada i 25 m de longitud.

4.2. Sistemes auxiliars

4.2.1. Sistema de ventilació

En una instal·lació com la que es porta a terme en aquest projecte és molt probable que sorgeixin problemes de falta de ventilació. Aquests problemes poden ser condensacions, elevació excessiva de la temperatura, etc, podent arribar a malmetre els components,



instruments i maquinària del lloc.

La ventilació de la galeria és suficient per evitar condensacions d'humitat i contribuir a que la temperatura màxima sigui compatible amb els serveis que s'hi ubiquin. Aquesta temperatura no sobrepassarà els 40°C.

Es considera la sala de màquines com una galeria visitable. Segons la Instrucció Tècnica Complementària 07 del Reglament Electrotècnic de Baixa tensió [4] els locals que es poden considerar com a galeries visitables han de tenir una renovació d'aire de 6 vegades el volum de la galeria per hora.

A tal efecte s'instal·la un ventilador axial amb un motor monofàsic de corrent alterna. El cabal d'aire del ventilador és de 3.000 m³/h [5]. El ventilador, situat a l'entrada de la sala de màquines, extreu l'aire viciat i el condueix a l'exterior a través d'un conducte d'alumini de 250 mm de diàmetre. Veure càlculs a l'Annex B.1

Al extrem oposat de la sala de màquines hi ha un altre conducte també d'alumini de 250 mm de diàmetre. Quan el ventilador funcioni origina una depressió a la sala. La depressió es compensa amb l'aire succionat de l'altre conducte. D'aquesta manera es produeix un moviment de l'aire per tota la sala.

El volum d'aire en moviment implicat garanteix a l'hora una ventilació a la sala d'entrada i el passadís.

Els extrems, tant del conducte d'extracció com de succió d'aire estan a la sala d'entrada dins d'unes caixes contigües amb unes tapes superiors de ferra laminades per on passa l'aire. Aquestes caixes estan al costat de la trapa d'obertura de la sala d'entrada.

S'instal·la un termohigròmetre per controlar la humitat i la temperatura de la sala de màquines. En cas que la humitat relativa sigui superior al 70% i la temperatura sigui superior als 40°C es posarà automàticament en funcionament el sistema de ventilació.

4.2.2. Sistema de control del nivell de l'aigua

El control del nivell de l'aigua es realitzarà amb un dispositiu electrònic amb tres sondes: sonda de màxim, sonda de mínim i sonda de referència.

La sonda de màxim està situada a 60 cm del vas del llac. La sonda de mínim està situada a 30 cm del terra i la sonda de referència està situada al terra del vas del llac.



La sonda de referència, com el seu nom indica, marca quin és el nivell a partir del qual cal prendre les mesures.

El sistema de control indica que falta líquid mentre el nivell de l'aigua estigui entre la sonda de referència i la de mínim. Les accions que es prenen són l'obertura de l'alimentació d'aigua del llac i l'aturada immediata de les bombes que estan en funcionament.

El sistema de control indica que hi ha excés de líquid sempre que el nivell de l'aigua està per sobre de la sonda de màxim. En aquest cas es tanca l'alimentació d'aigua del llac.

4.2.3. Sistema de control de la velocitat del vent

La velocitat del vent es durà a terme amb un anemòmetre situat a una alçada de 4 m i a una distància de la font de 35 m. L'anemòmetre té un valor fixat de velocitat màxima de 3 m/s. Quan la velocitat sobrepassi aquest valor la font ornamental es parará. Per a tenir una estimació de les velocitats més usuals en aquella zona s'ha consultat el Servei Meteorològic de Catalunya [6]. Veure a l'Annex B.2 el càlcul de la velocitat màxima.

4.2.4. Sistema de recirculació i depuració de l'aigua

Es disposa d'un sistema de recirculació de l'aigua del llac per aprofitar el màxim l'aigua utilitzada. Per això s'instal·la un sistema de filtratge amb filtres d'anelles segons especifica el Plec de Condicions de l'Ajuntament de Barcelona amb capacitat suficient per a passar 2,5 vegades el volum d'aigua en 14 hores. El cabal que requereix és de 1071,43 m³/s. Veure a l'Annex B.3 el càlcul justificatiu.

El sistema de depuració també inclou una bomba dosificadora de clor de líquid.

4.2.5. Sistema de contraïncendis d'emergència

Hi ha dos extintors per a poder actuar ràpidament en cas que es produeixi algun incendi. Estan situats a l'entrada de la sala de màquines i de la sala d'entrada.

Els extintors són de diòxid de carboni degut a que els possibles incendis seran principalment a causa d'un curtcircuit o algun altre defecte elèctric. Tenen una capacitat de 5 kg cadascun.

4.2.6. Sistema de comunicació

Es disposa de una línia telefònica dins de la sala de màquines segons el Plec de Condicions del client.



5. Disseny hidràulic

5.1. Descripció

L'objectiu del disseny de la instal·lació hidràulica és aportar el cabal i pressió necessàries a cada tovera. S'ha definit el recorregut més senzill del fluid de manera que les pèrdues de càrrega siguin mínimes.

El disseny més simple és aquell que només utilitza una canonada per a subministrar l'aigua a totes les toveres. No obstant, no és el més adient ja que la diferència d'alçada del primer sortidor respecte l'últim pot ser excessiva. Dit d'una altra manera, les pèrdues de càrrega entre els punts extrems poden arribar a desfigurar la forma original de la font ornamental.

S'ha decidit dividir la distribució d'aigua en dues mitjançant una bifurcació. D'aquesta manera també es divideixen les pèrdues de càrrega. Per igualar encara més l'alçada d'aigua que projecten les toveres s'instal·len vàlvules de comporta.

Efectivament, es podria seguir aquesta metodologia per a la fi arribar a la conclusió que tornant a fer una bifurcació es redueixen encara més les pèrdues. El fet és que, encara que l'afirmació anterior és certa, dur-la a terme implica un augment considerable de complexitat respecte una lleugera millora de resultats.

Veure els plànols a l'Annex F.

5.2. Estudi

L'aigua arriba al llac a través d'una canalització existent. Per millorar el sistema d'aprofitament de l'aigua s'instal·la un sistema de control ubicat a l'entrada del llac.

El dispositiu de control del nivell del llac dona el senyal d'obertura o tancament segons el nivell de l'aigua.

Es col·loca una clau de pas manual per seguretat.

L'aigua sobrant del llac s'evacua a través d'un sobreixidor a una alçada de 1 m des del terra del llac que dona a un desguàs. D'allí va al clavegueram.



La instal·lació hidràulica consta de dues bombes per a cada escenari, una d'elles de reserva segons el Plec de Condicions de l'Ajuntament de Barcelona, i el conjunt de toveres i vàlvules.

Veure l'esquema de principi a l'Annex F

5.2.1. Descripció de les toveres i canonades

Les toveres utilitzades han estat escollides específicament per a executar els diferents jocs d'aigua de la font ornamental.

Les principals característiques es troben resumides a la Taula 5-1

Taula 5-1: Característiques de les toveres

	ESCENARI 1	ESCENARI 2	ESCENARI 3	ESCENARI 4
Toveres tipus	Geiser	Brolladors	Pulveritzadors	Pirouettes
Cabal unitari (m ³ /s)	1,28E-02	1,22E-03	7,33E-04	1,84E-03
Pressió (m.c.a.)	31	10,8	11,8	7,7
Alçada (m)	15	6	3	5
Diàmetre de sortida (mm)	80	24	10	2
Connexió (polsades)	G 2 1/2"	G 1"	G 1"	G 1/2"
nº toveres	1	24	12	8
Radi des del centre (m)	0	5	6	7
Cabal escenari (m ³ /s)	1,28E-02	1,95E-02	8,80E-03	1,47E-02
Fabricant [7] [8]	Safe-Rain	Safe-Rain	Safe-Rain	Oase-Pumpen

Cada tovera té una vàlvula de comporta per igualar l'alçada de l'aigua que impulsa respecte les altres toveres del mateix escenari. En l'escenari 2 aquestes vàlvules són electromagnètiques i s'encarreguen de realitzar els jocs d'aigua.

Totes les canonades són d'acer galvanitzat en calent segons especifica el Plec de Condicions de l'Ajuntament de Barcelona.

5.2.2. Descripció de les bombes

Les bombes prenen l'aigua des del col·lector d'aspiració de diàmetre nominal 600 mm. L'aigua impulsada circula per una tub que es divideix en dos. A cada divisió es hi ha la meitat de toveres.



L'elecció de les bombes de cada escenari, veure Taula 5-2, es fa a través de les corbes característiques del fabricant, un cop s'ha determinat l'alçada manomètrica o resistent total i el cabal que han d'impulsar. Per a la realització dels càlculs [9] es té en compte les següents consideracions:

- La velocitat de les canonades està entre 2 m/s i 3m/s (es considera fluxe turbulent).
- Per al càlcul de pèrdues de càrrega lineals s'aplica la fórmula de Scimemi-Veronese per a tubs d'acer galvanitzat [10]
- Per al càlcul de pèrdues de càrrega singulars s'apliquen els factors propis de la singularitat [11]
- Es tenen en compte els rendiments de les bombes i motors així com també els factors correctius pertinents.
- El cabal total de la instal·lació és:

$$Q_{\text{total}} = 1,28\text{E-}02 + 1,95\text{E-}02 + 8,80\text{E-}03 + 1,47\text{E-}02 = 5,58\text{E-}02 \text{ m}^3/\text{s}$$

Els càlculs detallats es troben a l'Annex C

Tant abans com després de cada bomba hi ha una vàlvula de papallona per poder fer, si cal, un canvi de bomba sense haver de buidar les canonades o el vas del llac. A continuació hi ha un vàlvula antiretorn per evitar que les bombes treballin a contra corrent. La vàlvula antiretorn també garanteix que hi hagi aigua a les canonades de manera que sigui més suau la posada en marxa del sistema. Les principals característiques de les bombes de cada escenari son:

Taula 5-2: Característiques de les bombes

	ESCENARI 1	ESCENARI 2	ESCENARI 3	ESCENARI 4
Potència (kW)	11	7,5	4	11
Nº pols	2	2	2	2
Alçada manomètrica (m.c.a.)	41,2	20	20,39	35,87
Connexió entrada (DN)	50	65	50	65
Connexió impulsió (DN)	32	50	32	40
Cabal escenari (m³/s)	1,28E-02	1,95E-02	8,80E-03	1,47E-02
Fabricant [12]	Grundfos	Grundfos	Grundfos	Grundfos



El tipus de bombes utilitzades tenen un motor trifàsic amb connexió d'aspiració axial, connexió de descàrrega o impulsió radial i components d'eix horitzontals. Les bombes tenen dimensions i característiques nominals segons EN-733.

La bomba i el motor estan muntats sobre una bancada d'acer estirat segons EN 23 661 i estan connectats a través d'un acoblament flexible.

El motor es de tipus gàbia d'esquirol, refrigerat i dimensionat complint amb la norma IEC 34 y DIN 42 950. El seu grau de protecció serà IP55.

La bomba té uns prefiltres de fosa de capacitat de 11 litres a l'entrada per evitar la intrusió d'objectes de dimensions que obstrueixin total o parcialment el canal d'aspiració.

5.2.3. Sistema de drenatge

El sistema hidràulic també incorpora una bomba de drenatge. Aquesta bomba està situada dins d'un pou quadrat de 600 mm de costat i 250 mm de profunditat que recull l'aigua que prové de la canaleta de recollida d'aigües. L'aigua que drena la bomba va a través d'una canonada al desguàs. Entre la bomba i la canonada de desguàs es col·loca una vàlvula antiretorn per evitar que entri l'aigua del clavegueram.

S'utilitza una bomba submergible vertical monocelular, d'acer inoxidable, amb la boca d'impulsió vertical. El motor que incorpora és monofàsic i submergible. El conjunt té un grau de protecció IP68.

La bomba porta un filtre d'aspiració. L'impulsor és apte per bombejar aigua subterrània, aigua de superfície, aigua de pluja i líquids similars. Té, a més, un doble tancament i una carcassa exterior que garanteix la refrigeració contínua del motor pel líquid bombejat.

El sistema de control del nivell de drenatge es fa amb un flotador. Quan el flotador està a un determinat nivell la bomba comença a drenar fins que baixa fins a un nivell mínim, segons les especificacions del fabricant. El sistema de control a través de flotador permet dos nivells de regulació.

Les característiques principals de la bomba de drenatge són:



Taula 5-3: Característiques bomba de drenatge

	BOMBA DE DRENATGE
Potencia (kW)	0,3
Dimensió d'impulsió (polsades)	R _p 1 1/4
Cabal màxim de drenatge (m ³ /s)	2,36E-03
Fabricant [12]	Grundfos





6. Disseny elèctric

6.1. Descripció

El disseny elèctric es realitza de manera que es subministri l'energia elèctrica necessària amb les màximes mesures de seguretat i protecció. A la vegada es minimitzen les caigudes de tensió i les irregularitats produïdes pel conjunt de circuits (longitud excessiva del cable, arrancada dels motors, etc).

Tot el disseny i instal·lació elèctrica es fa segons el nou Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió, aprovat per Real Decret el 2 d'agost del 2002, i segons les seves Instruccions Tècniques Complementàries. A partir d'ara s'utilitza la nomenclatura abreujada ITC-BT.

Es consideren els espais de situació de les instal·lacions elèctriques (sala d'entrada, passadís i sala de màquines) com a locals humits, segons la ITC-BT-30 [4]. També es té especial atenció en el compliment del reglament per a piscines i fonts, segons la ITC-BT-31 [4].

A la sala d'entrada hi ha l'escomesa amb la corresponent caixa general de protecció. De la caixa general de protecció surten dues sortides que alimenten la línia principal i la línia auxiliar. Aquestes sortides són les entrades del quadre de comandament situat a l'entrada de la sala de màquines. La divisió es fa per evitar que les perturbacions originades per avaria en un punt afectin a tota la instal·lació.

6.2. Distribució d'energia

6.2.1. Distribució en xarxa subterrània i escomesa

Segons la ITC-BT-07 i la ITC-BT-11 [4].

El tram de distribució des del centre de transformació de la companyia subministradora de fluxe fins a l'escomesa és soterrat amb conductors enterrats dins de tubs protectors.

Tensió assignada als cables no és inferior a 0,6/1 kV segons la norma UNE-HD 603. La secció dels conductors de coure és de 120 mm² per les tres fases i de 70 mm² pel neutre.

Els tubs protectors són de PVC (policlorur de vinil), tenen diàmetre exterior de 160 mm i



compleixen la norma UNE-EN-50086-2-4 referent al sistema de tubs enterrats.

S'entén per escomesa la part de la instal·lació que alimenta les caixes generals de protecció. L'escomesa d'aquest projecte és subterrània.

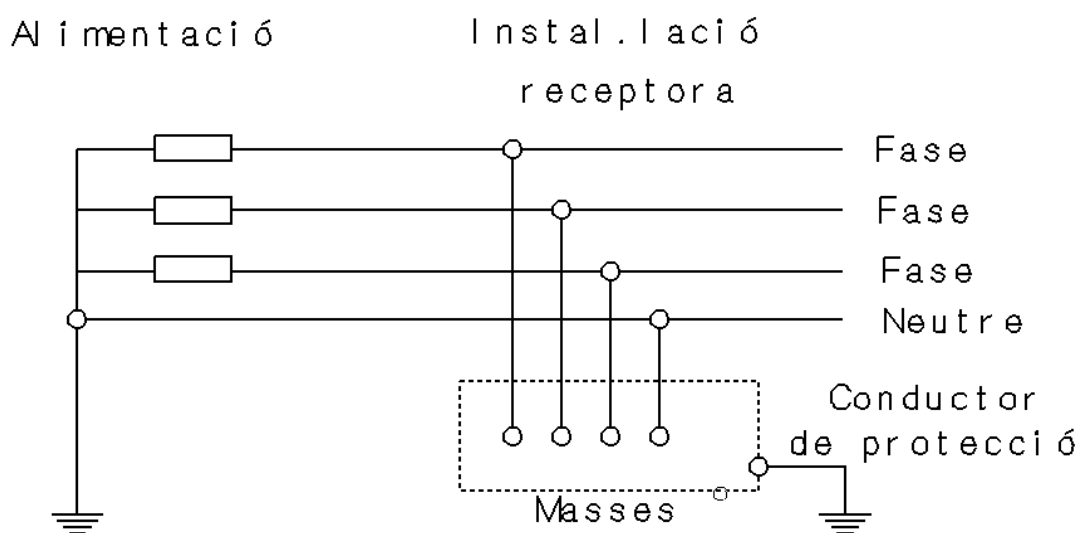
6.2.2. Sistema de connexió del neutre i les masses

Segons la ITC-BT-08 [4].

Per a la determinació de les característiques de les mesures de protecció contra xocs elèctrics en cas de defecte i contra sobreintensitats, és precís tenir en compte l'esquema de distribució emprat.

L'esquema de distribució serà el TT. Es caracteritza per tenir una connexió directa d'un punt de l'alimentació a terra i tenir les masses connectades directament a terra

Il·lustració 6-1: Esquema de distribució TT



6.3. Instal·lacions d'enllaç

Segons les ITC-BT-13, ITC-BT-17 i ITC-BT-18. [4]

Per el cas de subministres a un únic usuari, al no existir la línia general d'alimentació, es simplifica la instal·lació col·locant en un únic element la Caixa General de Protecció i l'equip de



mesura; aquest element es denomina caixa de protecció i mesura (CPM). En conseqüència, el fusible de seguretat coincideix amb el fusible de la Caixa General de Protecció.

Dins de la Caixa de Protecció i Mesura s'instal·len curtcircuits fusibles a tots els conductors de fase o polars amb un poder de tall al menys igual a la corrent de curtcircuit prevista en el punt de la seva instal·lació. El neutre està constituït per una connexió amovible situada a l'esquerra de les fases, col·locada a la Caixa de Protecció i Mesura en posició de servei. Disposa també d'un born de connexió per a la seva posada a terra.

El dispositius de lectura dels equips de mesura estan instal·lats a una alçada compresa entre 0.4 m i 1.80 m.

Les Caixes de Protecció i Mesura compleixen tot el que sobre el particular s'indica en la norma UNE-EN 60439-1, tenen un grau d'inflamabilitat segons s'indica en la norma UNE-EN 60439-3, una vegada instal·lades tenen un grau de protecció IP43 i IK09 segons la norma UNE-EN 50102 i són precintables.

Els comptadors i dispositius de mesura d'energia elèctrica estan dins de la Caixa de Protecció i Mesura, englobant dins d'una mateixa envoltant els fusibles generals de protecció, el comptador i el dispositiu de discriminació horària. Estan ubicats en mòduls de doble aïllament, amb un grau de protecció IP40 i IK09 i ventilació interna per evitar les condensacions a l'interior. Les parts transparents per a la lectura directa són resistents als raigs ultravioletes.

Els cables dels comptadors i dispositius de mesura tenen una tensió assignada de 400/750V.

Els dispositius generals de comandament i protecció estan situats el més a prop possible de l'entrada de la derivació individual. La caixa d'aquests dispositius s'inclou dins del quadre on es col·loca la Caixa de Protecció i Mesura.

6.3.1. Potència a contractar i característiques del quadre general de baixa tensió

La potència que cal contractar a l'empresa subministradora no és la suma de totes les potències dels circuits anteriors, ja que es tenen en compte els factors correctors dels motors i làmpades de descàrrega, així com també el factor de simultaneïtat de cada circuit.

Veure a l'Annex D.1 i D.2 els coeficients de simultaneïtat i el càlcul de les caigudes de tensió respectivament.



La potència total a instal·lar, suma de la potència necessària per cada línia, és de 44,95 kW.

La potència que cal contractar a la companyia subministradora de fluxe elèctric és de 50kW, segons full proporcionat per la companyia, a una tensió alterna de 400V i freqüència de 50HZ.

El Quadre General (o Caixa de Protecció i Mesura) està destinat a donar subministrament elèctric als equips de mesura i protecció i al quadre de comandament. La tensió de servei és de 400/230V a 50Hz i està ubicat a la sala d'entrada.

El conjunt de mesura i protecció normalitzat és del tipus T20. El conjunt inclou:

- Interruptor diferencial general de protecció contra contactes indirectes amb un transformafor toroidal de sensibilitat 300 mA.
- Interruptor general automàtic de tall omnipolar d'intensitat nominal de 160 A i poder de tall de 10 kA. La intensitat de regulació tèrmica serà de 100 A i la part magnètica de l'interruptor serà capaç de d'actuar en un temps inferior a 0,02 s quan passi cinc vegades la intensitat de regulació tèrmica.
- Fusibles de 200 A tipus GL i bases DIN1 de protecció contra curtcircuits.
- Interruptor general automàtic (IGA) omnipolar amb una d'intensitat nominal de 100 A.

6.4. Recorregut de la instal·lació

6.4.1. Consideracions generals

Segons la ITC-BT-19 i la ITC-BT-43 [4].

El tram on coincideixen instal·lacions elèctriques i canalitzacions d'aigua es situen les canalitzacions d'aigua per sota de les elèctriques.

La ventilació és la suficient per evitar condensacions d'humitat i contribuir que la temperatura màxima de les cambres sigui compatible amb els serveis que s'hi ubiquen. Aquesta temperatura no sobrepassarà els 40°C, segons ITC-BT-07 [4].

Per evitar la intrusió de personal no autoritzat a la sala de màquines es col·loca una porta. La porta és reixada i està situada a l'entrada del passadís. D'aquesta manera, a més d'evitar la intrusió, es permet la ventilació del passadís.



El terra és antilliscant i té la pendent adequada, d'un 1%, i un sistema de drenatge eficaç que evita la formació de tolls.

Tots els elements metàl·lics per la subjecció dels cables o altres elements metàl·lics accessibles a les persones que transiten per les sales i passadís (barana de l'escala d'entrada, estructures o canonades metàl·liques, etc.) estan connectats elèctricament al conductor de terra.

La càrrega total queda repartida de manera equilibrada en les tres fases.

La instal·lació presenta una resistència de aïllament superior a 0,5 MΩ.

6.4.2. Del quadre general al quadre de comandament

La instal·lació elèctrica comença a la sala d'entrada. Del quadre general surten les dos línies que arriben fins al quadre de comandament de la sala de màquines.

Durant aquest recorregut cada sortida va dins d'un tub fixat a la paret de diàmetres interiors de 40 mm i 20 mm per a les sortides de la línia principal i la línia auxiliar respectivament.

Cada línia consta de tres cables unipolars corresponents a les tres fases, el neutre i el conductor de terra col·locats dins de tubs protectors.

Els cables es disposen de manera que el seu traçat sigui recte i procurant conservar la seva posició respecte els demés. Una vegada instal·lats tots els cables quedaran degudament senyalitzats i identificats.

La sortida 1, o línia principal, alimenta els circuits bàsics necessaris per al funcionament de la font i el seu control. La secció dels cables unipolars és de 25 mm² per a les tres fases i el neutre. La seva tensió assignada és de 450/750V. Veure Taula 6-1 a la pàgina 30.

La sortida 2, o línia auxiliar, alimenta la resta de circuits. La secció dels cables unipolars és de 6 mm² per a les tres fases i el neutre. La seva tensió assignada és de 450/750V. Veure Taula 6-2 a la pàgina 31.

6.4.3. Descripció dels circuits

En la instal·lació elèctrica interior de la sala de màquines s'aplica el que s'especifica en la norma ITC-BT-30 [4] referent a locals humits, segons la qual les canalitzacions elèctriques són



estanques. La instal·lació dels conductors i cables aïllats es fa a l'interior de tubs a la superfície amb un grau de resistència a la corrosió 3. Els conductors tenen una tensió assignada de 450/750V. Els circuits que alimenta cada línia són:

Taula 6-1: Línia principal

CIRCUIT	DESCRIPCIÓ: LÍNIA PRINCIPAL	POTÈNCIA NOMINAL (kW)
C1-1	Bomba 1 del Geiser	11,00
C1-2	Bomba 2 del Geiser	11,00
C1-3	Bomba 1 dels Brolladors	7,50
C1-4	Bomba 2 dels Brolladors	7,50
C1-5	Bomba 1 dels Pulveritzadors	4,00
C1-6	Bomba 2 dels Pulveritzadors	4,00
C1-7	Bomba 1 del les Pirouettes	11,00
C1-8	Bomba 2 del les Pirouettes	11,00
C1-9	Il·luminació del Geiser: 4 projectors de 250 W	1,00
C1-10	Il·luminació 1 dels Brolladors: 12 projectors de 250 W	3,00
C1-11	Il·luminació 2 dels Brolladors: 4 projectors de 250 W	1,00
C1-12	Il·luminació 3 dels Brolladors: 6 projectors de 250 W	1,50
C1-13	Il·luminació 4 dels Brolladors: 2 projectors de 250 W	0,5
C1-14	Il·luminació dels Pulveritzadors: 12 projectors de 150 W	1,80
C1-15	Il·luminació de les Pirouettes: 8 projectors de 150 W	1,20
C1-16	Sistema de depuració	1,00
C1-17	Sistema de cloració de l'aigua	0,10
C1-18	Alimentació 1 electrovàlvules: 12 vàlvules de 80 W	0,96



CIRCUIT	DESCRIPCIÓ: LÍNIA PRINCIPAL (continuació)	POTÈNCIA NOMINAL (kW)
C1-19	Alimentació 2 electrovàlvules: 4 vàlvules de 80 W	0,32
C1-20	Alimentació 3 electrovàlvules: 6 vàlvules de 80 W	0,48
C1-21	Alimentació 4 electrovàlvules: 2 vàlvules de 80 W	0,16
C1-22	Alimentació del autòmat	0,15
C1-23	Sonda de nivell	0,02
C1-24	Anemòmetre	0,02
C1-25	Sortides del autòmat	0,15

Taula 6-2: Línia auxiliar

CIRCUIT	DESCRIPCIÓ: LÍNIA AUXILIAR	POTÈNCIA NOMINAL (kW)
C2-1	Il·luminació sala d'entrada: 2 làmpades fluorescents de 2 x 18 W	0,08
C2-2	Il·luminació emergència la sala d'entrada: 2 làmpades d'emergència de 2 x 8 W	0,02
C2-3	Il·luminació passadís: 12 làmpades fluorescents de 1 x 18 W	0,22
C2-4	Il·luminació emergència passadís: 3 làmpades d'emergència de 2 x 8 W	0,05
C2-5	Il·luminació sala de màquines: 56 làmpades fluorescents de 2 x 58 W	6,50
C2-6	Il·luminació emergència sala de màquines: 3 làmpades d'emergència de 2 x 8 W	0,05
C2-7	Bomba de drenatge	0,30
C2-8	Ventilador	0,25
C2-9	Preses de corrent	2,00
C2-10	Termohigròmetre	0,01



Tots els circuits estan connectats a terra formant part de la mateixa xarxa de terra de la instal·lació o al conductor de protecció. Veure apartats 6.4.4, 6.4.5 i 6.4.6.

Les característiques dels dispositius de protecció i les seccions del circuits són:

CIRCUIT	MAGNETOTÈRMIC I_N (A)	INTERRUPTOR DIFERENCIAL I_N (A) SENSIBILITAT (mA)	SECCIÓ (mm ²)
C1-1	25 ⁽¹⁾	40 30	4x6 + T
C1-2	25 ⁽¹⁾	40 30	4x6 + T
C1-3	18 ⁽¹⁾	40 30	4x4 + T
C1-4	18 ⁽¹⁾	40 30	4x4 + T
C1-5	10 ⁽¹⁾	25 30	4x1,5 + T
C1-6	10 ⁽¹⁾	25 30	4x1,5 + T
C1-7	25 ⁽¹⁾	40 30	4x6 + T
C1-8	25 ⁽¹⁾	40 30	4x6 + T
C1-9	10	25 30	2x1,5 + T
C1-10	32	40 30	2x6 + T
C1-11			2x1,5 + T
C1-12			2x1,5 + T
C1-13			2x1,5 + T
C1-14	10	25 30	2x2,5 + T
C1-15	6	25 30	2x2,5 + T
C1-18	16	25 30	2x1,5 + T
C1-19			2x1,5 + T
C1-20			2x1,5 + T
C1-21			2x1,5 + T
C1-16	6	25 30	2x1,5 + T
C1-17	2		2x1,5 + T
C1-23	2		2x1,5 + T
C1-24	2		2x1,5 + T
C1-22	25	25 30	2x1,5 + T
C1-25			2x1,5 + T

(continuació)



CIRCUIT	MAGNETOTÈRMIC I_N (A)	INTERRUPTOR DIFERENCIAL I_N (A)	SENSIBILITAT (mA)	SECCIÓ (mm ²)
C2-1	6	25	30	2x1,5 + T
C2-2	2	25	30	2x1,5 + T
C2-3	6	25	30	2x1,5 + T
C2-4	2	25	30	2x1,5 + T
C2-5	50	63	30	2x16 + T
C2-6	2	25	30	2x1,5 + T
C2-7	10	40	30	2x1,5 + T
C2-8	10			2x1,5 + T
C2-9	16			2x2,5 + T
C2-10	2			2x1,5 + T

(1) En aquests circuits l'interruptor és tan sols magnètic perquè el guardamotor protegeix tèrmicament.

Veure a l'Annex D.2 els càlculs de les seccions. Veure a l'Annex F l'esquema elèctric.

- **Bombes dels escenaris: circuits del C1-1 al C1-8**

Segons la ITC-BT-47 [4]

Es tracta dels circuits dels motors de les bombes hidràuliques. Les dues bombes de cada escenari mai funcionen en paral·lel sinó alternativament.

Tots els motors són trifàsics de gàbia d'esquirol amb dos pols, completament tancats, refrigerats i dimensionats segons la publicació 72 de IEC, complint amb les normes IEC 34 i DIN 42 950.

Tots els motors arranquen en estrella-triangle sense sobrepassar la relació d'arrancada en 2.

Cada circuit alimenta a un motor. Les seccions dels conductors de connexió dels motors estan dimensionats per a una intensitat del 125% de la intensitat a plena càrrega del motor.

La caiguda de tensió entre el quadre elèctric i el motor és menor al 5% de la tensió nominal.

- **Il·luminació dels escenaris: circuits del C1-9 al C1-15**

Segons la ITC-BT-31, ITC-BT-43 i ITC-BT-44. [4]



La il·luminació dels diferents escenaris es fa amb projectors alimentats a tensió de 230V.

Primerament es va estudiar la possibilitat de realitzar la il·luminació amb fibra òptica, però finalment es va desestimar aquesta opció perquè la il·luminació que dona la fibra òptica no és suficient per il·luminar la font.

El gran avantatge de la il·luminació per fibra òptica envers els sistemes convencionals és que si la instal·lació es fa a l'aigua no hi ha perill d'electrocució, perquè el que es transporta a través d'ella és directament llum i no electricitat.

Per contra la quantitat de lux que es capaç de transportar és petita comparada amb els lux que donen els sistemes convencionals. Tampoc és factible tenir circuits molt llargs perquè la llum es va perdent a mesura que augmenta la distància al projector. S'ha comprovat experimentalment que a partir de 15 metres les pèrdues de llum en projectors de fibra òptica són considerables.

En definitiva, el sistema d'il·luminació és ideal per a senyalitzar o per a fonts de dimensions reduïdes. En el cas de la font ornamental projectada les longituds dels circuits i l'abast de la zona a d'il·luminar (alçades dels sortidors) són excessius per utilitzar el sistema d'il·luminació amb fibra òptica.

Una decisió respecte l'enllumenat de la font ha estat la ubicació, i en conseqüència la tensió d'alimentació, dels projectors.

Una possibilitat és allotjar els projectors al vas del llac i en contacte amb l'aigua. Aquesta opció requereix el compliment de que la norma UNE-EN 60598-2-18. Les principals conseqüències de l'aplicació de la norma són que projectors siguin submergibles amb un IPx8 i que estiguin alimentats a 12 volts.

Tot i que actualment existeix un ampli ventall de projectors especialment dissenyats per aquesta finalitat no s'ha dut a terme aquest tipus d'instal·lació per dues raons. La primera és que es vol evitar qualsevol risc d'electrocució i fer un sistema que garanteixi la seguretat de les persones que entren al llac, per exemple personal de manteniment. La segona raó és merament pràctica, ja que s'ha volgut seguir la línia de les instal·lacions hidràuliques, i fer tot el sistema de cablejat per sota de la plataforma de formigó unificant les instal·lacions.

Finalment el sistema d'il·luminació és dins la sala de màquines i permet una alimentació dels projectors a 230 Volts. Els projectors no cal que siguin submergibles perquè no estan en



contacte amb l'aigua sinó que els separa una placa de vidre. Amb aquesta disposició no és necessari els projectors que compleixin la normativa corresponent a la il·luminació en piscines i fonts ja que les instal·lacions no es troben dins dels volums 0 i 1 especificats en la norma ITC-BT-31. [4]

Les seccions dels conductors de connexió dels projectors, al ser receptors d'enllumenat amb una làmpada de descàrrega, s'han dimensionat per a una càrrega mínima prevista en voltiamperes de 1,8 vegades la càrrega prevista en vatis de les làmpades. Els receptors no són de classe 0.

Els materials de classe 0 són aquells on la protecció contra el xoc elèctric es basa en l'aïllament principal y no té cap connexió prevista per la connexió de les parts actives accessibles, segons la ITC-BT-01. [4]

- **Depuració de l'aigua: C1-16**

El sistema de depuració de l'aigua està controlat automàticament. El sistema necessita una potencia de 1 kW a una tensió de 230 V per a funcionar.

- **Cloració de l'aigua: C1-17**

El sistema de cloració de l'aigua està controlat automàticament amb una dosificadora de clor de membrana que necessita una potència de 0,1kW a una tensió de 230 V per a funcionar correctament.

- **Alimentació de les electrovàlvules: de C1-18 al C1-21**

Aquest circuit alimenta les bobines que fan actuar les electrovàlvules. Per això es requereix una potencia de 80W a una tensió de 230V cada bobina d'alimentació. Les vint-i-quatre electrovàlvules són les utilitzades en l'escenari 2.

- **Alimentació de l'autòmat: C1-22**

L' autòmat programable o PLC utilitzat necessita una potencia de 150W a tensió de 230V per a funcionar.

- **Alimentació dels instruments de mesura: C1-23 i C1-24**

Tant la sonda de nivell com l'anemòmetre treballen a un tensió de 230V.



- **Il·luminació de les cambres i el passadís: C2-1, C2-3 i C2-5**

Segons ITC-BT-44. [4]

Per la il·luminació de les sales d'entrada i de màquines i del passadís s'instal·len llumeneres amb làmpades de fluorescència de 2x18 W i 2x58 W, amb un grau de protecció IP55 com a mínim.

Les seccions dels conductors de connexió dels projectors, al ser receptors d'enllumenat amb una làmpada de descàrrega, s'han dimensionat per a una càrrega mínima prevista en voltiampers de 1,8 vegades la càrrega prevista en vatis de les làmpades.

S'ha garantit una il·luminació de 200 lux a la sala d'entrada i de màquines i de 100 lux al passadís [13].

- **Il·luminació d'emergència de les cambres i el passadís: C2-2, C2-4 i C2-6**

Segons ITC-BT-28. [4]

Encara que no sigui preceptiu la instal·lació de llums d'emergència, s'ha considerat necessària la seva instal·lació, com a mesura de seguretat en el cas que l'enllumenat ordinari deixés de funcionar.

L'enllumenat d'emergència té la finalitat d'indicar a les persones que estiguin dins del recinte els punts de sortida. També té la finalitat de garantir la seguretat de les persones ocupades en activitats potencialment perilloses o que treballen en un entorn perillós.

Per la il·luminació d'emergència de les sales d'entrada, de màquines i del passadís s'instal·len llumeneres d'emergència de 2 x 8 W amb un grau de protecció IP55, com a mínim. Aquesta il·luminació garanteix una il·luminància mínima de 1 lux durant un temps d'una hora.

Estan situades a l'entrada i sortida de cada sala i passadís, al mig del passadís i a sobre de cada quadre elèctric de manera que marquen el camí de sortida del local.

Les seccions dels conductors de connexió estan dimensionats per a una càrrega mínima prevista en voltiampers de 1,8 vegades la càrrega prevista en vatis de les làmpades.

- **Bomba de drenatge: C2-7**

Segons la ITC-BT-47. [4]



Es tracta d'un motor monofàsic alimentat a 230V.

La bomba incorpora una protecció contra sobrecàrrega tèrmica y no requereix protecció addicional del motor. L'arrancada del motor és directe.

Les seccions dels conductors de connexió dels motors estan dimensionats per a una intensitat del 125% de la intensitat a plena càrrega del motor.

- **Ventilador: C2-8**

Segons la ITC-BT-47. [4]

Es tracta d'un ventilador amb un motor monofàsic alimentat a 230V.

Té una carcassa d'alumini injectat amb aletes d'alta dissipació calòrica, un grau de protecció IP65 i una temperatura de treball entre -30°C i 70°C.

L'arrancada del motor és directe.

Les seccions dels conductors de connexió dels motors estan dimensionats per a una intensitat del 125% de la intensitat a plena càrrega del motor.

- **Preses de corrent: C2-9**

Aquest circuit està destinat a la instal·lació d'endolls per als diferents equips auxiliars que s'hagin de connectar a la xarxa esporàdicament.

- **Termohigròmetre: C2-10**

El termohigròmetre treballa a una tensió de 230 V.

6.4.4. Instal·lació de posada a terra

Segons ITC-BT-18. [4]

La posada o connexió a terra directa és la unió elèctrica directa, sense fusibles ni cap protecció, d'una part del circuit elèctric o d'una part conductora que pertany al circuit mitjançant una presa de terra com un elèctrode o grup d'elèctrodes enterrats al terra.

Amb la instal·lació de la posada a terra es vol aconseguir que en el conjunt de la instal·lació no apareguin diferències de potencial perilloses, i que al mateix temps permeti el pas de les



corrents de defecte o descàrrega d'origen atmosfèric.

La xarxa de terra és exterior a la instal·lació elèctrica de la font ornamental.

Els elèctrodes utilitzats són piquetes d'acer galvanitzat de 4 metres d'alçada i 14 m de diàmetre i conductor nu de coure de 50 mm² de secció en contacte amb el terra. Les preses de terra estan enterrades a un profunditat de 0,5 m.

Les piquetes de terra estan connectades a les armadures de les lloses que formen part de la font ornamental (sala d'entrada, passadís, sala de màquines i vas del llac) i interconnectades entre elles amb el conductor de coure nu formant una mateixa xarxa de terra equipotencial.

El born principal de posada a terra està situat a la sala d'entrada, connectat la caixa de mesura i protecció. S'ha instal·lat un dispositiu en el born principal que permet mesurar la resistència de la posada a terra. Aquest dispositiu assegura la continuïtat elèctrica.

La posada a terra de la instal·lació és una línia formada per 6 piquetes separades 5 metres. Estan unides amb el conductor de coure nu.

Els conductors de protecció serveixen per unir elèctricament les masses d'una instal·lació a certs elements a fi d'assegurar la protecció contra contactes indirectes. En el circuit de connexió a terra uneixen les masses al conductor de terra o protecció.

En la instal·lació dels circuits el conductor de terra té com a mínim la mateixa secció que els conductors de fase del mateix circuit i no és menor de 2,5 mm².

Els conductors d'equipotencialitat tenen com a mínim una secció de 2,5 mm².

El valor de la resistència de terra és de 1,95 Ω , prenent la resistivitat del terreny com a 50 Ω m (terrenys humits). La tensió de contacte és inferior als 24 V específics per a locals humits (emplaçament conductor). Veure càlculs pertinents a l'Annex D.3.

6.4.5. Protecció contra sobreintensitats

Segons ITC-BT-22. [4]

El circuit està protegit contra els efectes de les sobreintensitats que es puguin presentar interrompint l'alimentació del circuit.

Els dispositius utilitzats són interruptors magnetotèrmics omnipolars amb el calibratge adequat



per a cada circuit.

S'ha tingut en compte la selectivitat. El selectivitat utilitzada és de tipus amperimètrica (segons calibratge).

6.4.6. Protecció contra contactes directes i indirectes

Segons ITC-BT-24. [4]

La protecció contra contactes directes i indirectes garanteix la seguretat a persones i animals contra xocs elèctrics.

La protecció contra contactes directes queda garantida amb l'aïllament de les parts actives, segons les especificacions del fabricant dels elements elèctrics, i amb elements que impedeixen el contacte (elements dins de recintes on només pot entrar personal autoritzat, barrera protectora, etc.).

En els circuits s'utilitzen dispositius de corrent diferencial amb un valor de corrent diferencial de 30 mA. El quadre general disposa d'un interruptor diferencial retardat de 300 mA de sensibilitat. La selectivitat queda garantida per la diferència de selectivitats i pel retard de l'interruptor diferencial del quadre general. Veure justificació a l'Annex D.4

La protecció contra contactes indirectes es fa mitjançant protecció per tall automàtic de l'alimentació i realitzant una xarxa equipotencial local.

El tall automàtic de l'alimentació després d'una fallida està destinat a impedir que una tensió de contacte de valor suficient es mantingui durant un temps tal que pugui donar lloc a perill. La tensió límit convencional és 50 V, però tenint en compte que la instal·lació es realitza en un local humit es prendrà el valor de 24 V.

En l'esquema TT totes les masses dels equips elèctrics protegides amb un mateix dispositiu de protecció, van connectades i unides amb un conductor de protecció a una mateixa presa de terra.

Els conductors d'equipotencialitat connecten totes les masses i tots els elements conductors que siguin simultàniament accessibles. La connexió equipotencial no està connectada a terra.



7. Control del ballet aquàtic

Es demana que es realitzi un sistema de control del ballet aquàtic de manera que sigui fàcil y flexible la implementació de cada nou ballet aquàtic.

7.1. Descripció del ballet aquàtic

El ballet aquàtic és el conjunt de combinacions entre els diferents escenaris.

Segons el client s'han definit sis jocs diferents per a combinar:

Taula 7-1: Jocs d'aigua

	A	B1	B2	B3	C	D
1 Geiser de 15 m	X	X	X	X	X	X
16 Brolladors de 6 m		X				
18 Brolladors de 4,2 m			X			
24 Brolladors de 2,4 m				X		
12 Pulveritzadors de 3 m					X	
8 Pirouettes de 5 m						X

El client del projecte demana que es faci un sistema de control que automatitzi el ballet aquàtic. D'aquesta manera que es defineix el ballet aquàtic com una seqüència de jocs d'aigua, on cada joc d'aigua té assignat un temps d'actuació.

Cada vegada que el client vulgui canviar el ballet aquàtic només haurà de canviar aquesta seqüència de jocs d'aigua i els temps respectius. Es vol que el canvi de programació el pugui realitzar el personal de manteniment de la font ornamental.

7.2. Elecció del sistema de control

S'escull un sistema de control capaç de emmagatzemar una seqüència d'operacions i el temps d'aplicació d'aquestes. En el cas del ballet aquàtic les operacions a realitzar son els diferents jocs d'aigua.



En general un sistema de control executa unes accions depenent de les entrades que rep sense necessitat que un operador actui directament sobre les sortides. L'operador tant sols ha de manipular les magnituds de consigna i és el sistema de control qui s'encarrega d'actuar sobre les sortides a través d'accionadors diversos, com per exemple relés.

Una vegada s'ha determinat quines són les variables d'entrada i sortida del sistema de control així com també de quin tipus són (digitals, analògiques o digitals-analògiques) cal definir quina és la millor tecnologia de control. Actualment es poden dividir en dues grans famílies: la tecnologia cablejada i la tecnologia programada. Per tenir una idea clara ràpidament, veure la Taula 7-2 de la pàgina 42. [14]

En la tecnologia cablejada el nucli del sistema de control està constituït per mòduls que, interrelacionats entre ells mitjançant un cablejat de connexió, defineixen el funcionament del procés. La naturalesa d'aquests mòduls pot ser pneumàtica, fluidica, electromagnètica o electrònica.

Aquesta tecnologia és útil per aplicacions que tinguin una complexitat reduïda. Tot i que té una elevada velocitat de resposta i una bona fiabilitat en ambients industrials, no té una posada en funcionament senzilla i resulta molt poc flexible perquè alguna variació en la funció de control implica una modificació dels seus components o de la forma de interconnexió. A més requereix personal habituat a treballar amb la lògica clàssica.

En la tecnologia programada el nucli del sistema de control està constituït per un equip programable que té una memòria on es troba el programa que defineix el funcionament del procés. Els equips que funcionen amb tecnologia programada, sorgits en ordre cronològic, poden ser miniordinadors, microprocessadors o autòmats programables. El principal avantatge respecte la tecnologia cablejada és que es poden canviar les funcions de control, sense haver de canviar la seva configuració física sinó només el programa de control.

Els miniordinadors són vàlids per a tecnologies de complexitat major i també tenen l'avantatge que a més a més poden realitzar feines de gestió de la producció. D'altra banda la posada en funcionament és molt complexa i es requereix igualment personal especialitzat en informàtica per a la seva programació.

Els microprocessadors són dispositius que estan a un pas intermig entre el miniordinadors i els autòmats programables.

Els autòmats programables presenten facilitat i senzillesa tant a l'hora de realitzar la posada



en funcionament com en la programació, ja que no es necessita personal especialitzat. A més conserva i augmenta les avantatges dels les tecnologies anteriors: és apte per aplicacions complexes, té una elevada velocitat de resposta, bona fiabilitat i adaptabilitat a l'ambient industrial.

Taula 7-2: Comparació de sistemes cablejats i autòmats programables

Característica	Sistema cablejat	Autòmat programable
Flexibilitat d'adaptació al procés	Baixa	Alta
Hardware estàndar per a diferents aplicacions	No	Sí
Possibilitats d'ampliació	Baixes	Altes
Interconnexions i cablejat exterior	Molt	Poc
Temps de desenvolupament del projecte	Llarg	Curt
Possibilitats de modificació	Difícil	Fàcil
Manteniment	Difícil	Fàcil
Eines per proves	No	Sí
Stocks de manteniment	Mitjos	Baixos
Modificacions sense parar el procés ("on line")	No	Sí
Cost per petites sèries	Alt	Baix
Estructuració en blocs independents	Difícil	Fàcil

Considerant els diferents tipus de tecnologies explicades anteriorment es tria com a sistema de control un autòmat programable. La raó principal d'aquesta elecció és la facilitat de programació ja que pot ser programat pel propi usuari. A més, el ballet aquàtic requereix un sistema de control en el que sigui senzill el canviar de programació: l'autòmat compleix aquest requisit.

7.2.1. Requisits de l'autòmat programable

L'autòmat que a instal·lar treballa a 230 V. La seva labor és automatitzar el ballet aquàtic de la font.

Tant les entrades com les sortides són digitals, ja sigui per la pròpia naturalesa o per l'existència de transductors, com és el cas dels elements de mesura instal·lats.

Primerament necessita un registre de totes les variables crítiques per que es pugui posar en funcionament l'autòmat. Aquestes variables són :

- Que els comandaments del quadre indiquin que s'està treballant en mode automàtic.



- Que el rellotge instal·lat estigui en mode "dia" o "nit".
- Que hi hagi un nivell d'aigua acceptable al vas del llac. Si no és així l'autòmat no funciona.
- Que la velocitat del vent no excedeixi de 3 m/s.
- Altres variables de control com per exemple la confirmació del funcionament de les bombes.

Les variables a controlar per l'autòmat són:

- L'arrancada de les bombes centrífugues
- L'encesa dels projectors que il·luminen la font ornamental
- L'obertura de les electrovàlvules que executen els jocs d'aigua dels brolladors

7.3. Elecció del llenguatge de programació

L'elecció del llenguatge de programació ha de ser tal que, un cop dissenyada la lògica de l'automatisme i acabat el seu disseny, sigui capaç de ser entès per l'autòmat i pugui dur a terme les accions programades.

Hi ha diversos llenguatges de programació. Encara que tot són vàlids per a la implementació de d'automatisme, hi ha que són més adequats que d'altres depenent del tipus d'automatisme que es dissenya.

Al principi de la programació s'utilitzava el diagrama de contactes com a herència de la tecnologia cablejada. Val a dir que aquest llenguatge de programació està molt extès. Es tracta de fer un esquema com si s'hagués de fer un automatisme amb relès que s'entra gràficament en el software del programa.[15]

Un altre llenguatge és el diagrama de funcions que consisteix en utilitzar blocs funcionals com a portes lògiques de l'electrònica digital.

Un llenguatge similar a aquest és el llenguatge boleanà. Consisteix en escriure directament les equacions boleanes que representen l'automatisme. S'utilitza en autòmats senzills.

Una manera diferent d'escriure les equacions boleanes és utilitzar la llista d'instruccions. Aquest llenguatge de programació és particular de cada autòmat.



Els autòmats més complexos admeten també la programació en llenguatges tipus Basic. Presenta avantatge per als informàtics perquè són llenguatges semblants als utilitzats en la programació d'ordinadors. En aquest cas sí que es requereix coneixements d'informàtica.

Finalment el llenguatge GRAFCET (GRÀfic Funcional de Control d'Etapes i Transicions) es presenta com aquell que intenta unificar i racionalitzar el llenguatge per escriure sistemes lògics, i en particular seqüencials. Amb aquest llenguatge es soluciona una de les principals mancances de la resta de llenguatges: la dificultat d'escriure processos amb accions o estats simultanis i processos diferents que actuïn paral·lelament.[16]

7.3.1. Automatització en GRAFCET

El llenguatge utilitzat per l'explicació del funcionament de l'autòmat és el GRAFCET ja que permet disposar d'un mètode de descripció dels processos, totalment independent de la tecnologia aplicada, mitjançant un gràfic funcional que pot ser interpretat per personal no especialitzat en autòmats.

Un desavantatge del GRAFCET és que implica la creació de programes llargs de manera que no és estrany presentar les idees generals del procés en GRAFCET i la resta de la programació en un altre llenguatge.

EN 1988 el GRAFCET va ser reconegut internacionalment amb la norma IEC-848 amb el nom SFC (Sequential Function Chart). Actualment el GRAFCET compleix la norma actualitzada IEC 61131-3.

Cal esmentar el sistema GEMMA (Guia d'Estudis del Modes de Marxes i Aturades) també desenvolupat per l'AFECET. Amb el GEMMA es dona un pas més i es proposa una metodologia per controlar i solucionar les contingències que sovint fan aturar un procés de producció.

El sistema GRAFCET és sumament útil per a processos seqüencials com és el cas del ballet aquàtic.

En línies generals podem dir que un GRAFCET és un successió d'etapes. Cada etapa té unes accions associades que s'executaran quan l'etapa a la que estan vinculades sigui activa. Entre dues etapes consecutives hi ha una transició a la qual s'associa una receptivitat. S'entén per receptivitat la condició que s'ha de complir per poder passar una transició. Una transició és vàlida quan l'etapa immediatament anterior és activa. Aleshores la transició passar a ser franquejable. [16]



A partir d'aquest elements bàsics, les estructures més usuals i les regles d'evolució es pot descriure amb claredat el procés que realitza l'autòmat.

Amb el GRAFCET es pot descriure l'automatisme a tres nivells diferents segons el grau d'especificació: nivell 1 (descripció funcional), nivell 2 (descripció tecnològica) i nivell 3 (descripció operativa).

En el GRAFCET de nivell 1 es descriu de forma general l'automatisme. Es pretén donar una idea global de manera que permeti comprendre ràpidament la funció de l'automatisme.

El GRAFCET de nivell 2 és més detallat. En aquest nivell es defineixen les tecnologies emprades per a cada acció i els elements utilitzats. Es defineix tota l'estructura sense implementar l'autòmat.

En el GRAFCET de nivell 3 s'implementa l'autòmat. Tant les etapes com les receptivitats prenen la nomenclatura dels elements de l'autòmat escollit.

Per automatitzar el ballet aquàtic es presenta el GRAFCET de nivell 1 i de nivell 2. El GRAFCET de nivell 3 no es realitza per poder donar una major flexibilitat al client a l'hora de triar l'autòmat programable.

7.4. Funcionament de l'autòmat

Com s'ha comentat anteriorment l'autòmat es posa en mode funcionament en el cas que rebí la senyal que el sistema està en mode automàtic, en la franja horària de funcionament i que a més es compleixen els requisits de seguretat (nivell de l'aigua, velocitat del vent).

Un cop en funcionament l'autòmat passa a llegir el registre del ballet aquàtic programat. Aquest registre consta de dues taules de valors i una variable que fa la funció de contador. Les taules de valors corresponen a la seqüència de jocs i els seus temps de funcionament.

A mode d'exemple es prendrà la seqüència A,B1,B2,B3,C,D,B3 de temps 5 min, 10 min, 8 min, 6 min, 5 min, 5 min i 10 min respectivament. En aquest cas les taules serien:



Taula 7-3: Exemple de ballet aquàtic

Joc	A	B1	B2	B3	C	D	B3
Temps T (min)	5	10	8	6	5	5	10
Contador C (i)	1	2	3	4	5	6	7

Quan l'autòmat entra en funcionament la variable del contador s'inicialitza i posa en funcionament el Geiser ja que és comú a tots els jocs.

Per a cada posició es comprova si el rellotge està en posició "dia" o "nit". En cas que estigui en posició "dia" arrancarà les bombes corresponents al joc emmagatzemat en aquella posició. En cas que el rellotge estigui en posició "nit" també connecta els projectors per il·luminar el joc d'aigua.

Un cas particular és el de l'escenari 2, que conté els jocs B1, B2 i B3. Per aquests tres jocs la bomba que els fa funcionar és la mateixa. Si es seguís el mateix procediment que en els altres jocs es podria donar el cas de tenir dos jocs de l'escenari 2 consecutius i això implicaria una aturada i arrancada consecutiva de les bombes, fet que provocaria un desgast innecessari i contínues pujades de corrent.

Per solucionar aquest problema quan en l'actual posició hi ha un joc de l'escenari 2 i en l'anterior hi ha un joc de la resta d'escenaris es posa en marxa la bomba de l'escenari 2. La bomba parará el seu funcionament quan la nova posició no sigui de l'escenari 2. En l'exemple proposat la bomba de l'escenari 2 comença a funcionar quan el contador esta en la posició 2 i deixa de funcionar quan el contador està en la posició 5.

En el cas que el contador indiqui que el joc a realitzar és el A (només funciona el Geiser), l'autòmat tant sols espera que passi el temps del joc sense realitzar cap altra funció.

Quan l'autòmat arriba al final de la seqüència intercanvia les bombes de cada escenari. D'aquesta manera les bombes d'un mateix escenari treballen alternativament.

Un cop finalitzada la commutació de bombes torna a l'inici comprovant el seu sistema de funcionament i els paràmetres de seguretat per, si tot és correcte, tornar a començar el ballet programat.

El GRAFCET de nivell 1 i nivell 2 es troben a l'Annex F.



Conclusions

La font ornamental projectada no trenca l'harmonia del Parc de la Ciutadella. Ans al contrari, augmenta la seva bellesa amb els jocs d'aigua que pot realitzar. Així mateix el ballet aquàtic resulta un espectacle que pot ser contemplat des de gran distància degut a les alçades de les columnes d'aigua.

Amb aquest projecte s'aconsegueixen els objectius inicals. La recirculació que implica el funcionament de la font garanteix una major netedat de l'aigua. Amb aquesta mesura s'eliminen les olors no disitjades, es redueix dràsticament el risc d'infecció i s'oxigena l'aigua.

Tot el sistema està controlat per un autòmat amb un mòdul de comunicacions que permet el seu control remot.





Bibliografia

Referències bibliogràfiques

- [1] INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL (EHE), *Artículo 38: Características de los aceros*. Madrid: Leynfor siglo XXI, 1999
- [2] INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL (EHE), *Artículo 39: Características del hormigón*. Madrid: Leynfor siglo XXI, 1999
- [3] INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL (EHE), *Artículo 42.3.5: Cuantías geométricas mínimas*. Madrid: Leynfor siglo XXI, 1999
- [4] REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO DE BAJA TENSIÓN. Real Decreto del 2 agosto del 2002, publicado en el BOE el 18 de setiembre del 2002, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- [5] NOVOVENT. Tarifa General 2003. *Gama industrial, serie AXITUB*, p. 31 <http://www.novovent.com> , 16 de setembre 2003
- [6] SERVEI METEOROLÒGIC DE CATALUNYA. *Anuaris meteorològics de l'any 2002 a l'estació de Barcelona-Ciutadella* http://www.meteocat.com/marcs/marcos_historia/marcs_anuaris.htm , 18 de juliol de 2003
- [7] FUENTES ORNAMENTALES SAFE-RAIN. *Catàleg de toveres*. http://www.saferain.es/catalog/paginas/pa_ind/tob/pg_ind.htm , 10 d'agost de 2003
- [8] OASE FOUNTAIN TECHNOLOGY. *Catàleg de toveres*. <http://de.anlagentechnik.oase-pumpen.com/anlagentechnik/indexint.php?sid=6006&cid=40020> , 12 de agost de 2003
- [9] EGUSQUIZA, E. Màquines Hidràuliques, *Introducció a bombes i sistemes de bombeig*. Barcelona: ETSEIB-CPDA, 1999, p. 21-23
- [10] BOSSER, J. *Vademécum de mecánica de fluidos y maquinas hidráulicas*, Barcelona: ETSEIB - CPDA . 1997, p. 27



- [11] BOSSER, J. *Vademécum de mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas*, Barcelona: ETSEIB - CPDA . 1997, p. 45-58
- [12] GRUNDFOS SPAIN. WebGOLD *Catálogos y archivos*. WebCAPS *Selección online*. <http://www.grundfos.com/web/homees.nsf>, 25 de setembre de 2003
- [13] INDALUX, ILUMINACIÓN TÉCNICA. Luminotecnia 2002. *Iluminación interior e industrial* <http://www.indalux.es/docs/1/Luminotecnia/10.%20Ilintind.pdf> , 15 novembre 2003.
- [14] BALCELLS, J., ROMERAL, J.LL. *Autómatas programables*. Barcelona. Marcombo Boixareu Editores, 1997. p.7
- [15] BOIX, O. [et al.] *Tecnología Eléctrica. Procesos Industriales II. Tecnología eléctrica Vol (2)* Barcelona. ETSEIB-CPDA, 2002. p. 406
- [16] BOIX, O., SUDRIÀ, A., BERGAS, J. *Automatització industrial amb GRAFCET*. Edicions UPC. Edicions virtuals. Barcelona, 1998 <http://www.edicionsupc.es/virtuals/ffitcat.htm> , 23 d'octubre de 2003

Bibliografia complementària

Es presenta altra bibliografia consultada segons l'ordre temàtic del projecte.

- [17] JIMÉNEZ MONTOYA, P., GARCÍA MESEGUER, A., MORÁN CABRÉ, F. *Hormigón armado*. Vol (1) i (2). Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 1997
- [18] AZUD SISTEMAS DE FILTRADO. *Filtros de efecto helicoidal* <http://www.azud.com/spanish/filtros/productos/index.htm> , 20 de setembre de 2003
- [19] BOMBAS IDEAL S.A. *Catàleg* <http://www.bombas-ideal.com/> , 25 de setembre de 2003
- [20] ROLDÁN VILORIA, J. *Automatismes i quadres elèctrics*. Madrid: Thompson Editores Spain, 2002



Annexos





A. Plec de Condicions de l'Ajuntament de Barcelona



BCNfonts!

Manteniment i Serveis
Fonts

Torrell de l'Oliva, 218-220, 3^a pl.
08012 Barcelona
Telèfon: 932 914 046
Fax: 932 914 040

CRITERIOS TÉCNICOS GENERALES PARA EL DISEÑO Y REALIZACIÓN DE LOS PROYECTOS Y OBRAS QUE CONSTITUYEN LAS FUENTES ORNAMENTALES

Recogiendo todos los criterios dimanados de la DIRECCIÓN DE PROGRAMAS DE FUENTES, que hasta la fecha han servido como pauta general para posteriormente poder realizar las labores de LIMPIEZA, MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN de las fuentes públicas y ornamentales de la Ciudad, labores asignadas a esta Dirección de Programas.

Así pues, pasamos a exponer una recopilación de estos criterios que constituyen los "REQUISITOS IMPRESCINDIBLES" que mínimamente han de cumplir estas fuentes para que se puedan mantener y conservar así como racionalizar y abaratar los costes de estos Servicios.

Para llevar a cabo esto, en toda fuente ornamental o laminar, distinguiremos las partes siguientes:

- a) Figura artística o elemento decorativo, sobre el que esta dependencia no actúa.
- b) Vasos contenedores del agua de la fuente.
- c) Sala de Maquinaria para el funcionamiento de la fuente.
- d) Iluminación de la fuente.
- e) Acometidas hidráulica y eléctrica.

Así mismo cada una de estas partes, tendrán y cumplirán como mínimo los siguientes puntos:

EN LA PARTE "B"

- 1) Desagües de fondo y rebosaderos con suficientes diámetros (igual o superior a 200 mm para los primeros y 120 mm para los segundos).
- 2) Impermeabilización de todos los paramentos y superficies.
- 3) Remates de superficies y paramentos en contacto con el agua, lisos y sin rugosidades.
- 4) Llenado y control de nivel de agua automático, bien sea por electro-válvulas o por boyas de nivel.



EN LA PARTE "C"

- 1) Desagüe de la Sala, siempre que sea posible, por gravedad, o bomba de achique de suficiente caudal de evacuación.
- 2) Bombas impulsoras de agua con prefiltros, y reservas de bombas de igual potencia por circuito hidráulico instalado.
- 3) Extractor ventilador y su instalación, conectado a Hidrómetro para su arranque y parada.
- 4) Grupo depurador capaz de pasar 2,5 veces el volumen en 14 horas, y su instalación, al ser posible de ANILLAS (menor cantidad de agua en lavado que el de sílex y menor espacio).
- 5) Dosificador de cloro líquido y su instalación, así como aparatos medidores del cloro residual libre.
- 6) Cuadros eléctricos de protección y maniobras, según RBT, con señalización de elementos y conmutadores M-D-A, equipados con resistencias de caldeo.
- 7) Magneto-térmicos rearmables por control remoto y relojes programadores electrónicos – mayor o igual a 48 pasos / semana– individual para cada uno de los elementos – bombas, depuradoras, alumbrado, etc.
- 8) Instalación hidráulica con sus correspondientes llaves de paso, retención, señalización de tuberías, croquis hidráulico, etc.
- 9) Las tuberías de impulsión serán siempre de acero galvanizado en caliente o de acero inoxidable, o de polietileno, de 10 atm. Las tuberías de aspiración y desagüe podrán ser de PVC sanitario PNG en tubulares de protección de mayor diámetro, reforzados por 10 cm de espesor de hormigón.

EN LA PARTE "D"

- 1) Toda la instalación y sus circuitos cumplirán el RBT, y todas las fuentes tendrán sistemas de iluminación.
- 2) Para conseguir seguridad y ahorro de energía, se iluminarán las fuentes –siempre que sea posible– CON ILUMINACIÓN POR FIBRA ÓPTICA.
- 3) Siempre que no sea posible la iluminación con Fibra óptica, se instalará la iluminación a 12 ó 24 Voltios de tensión.
- 4) Se instalarán separadores de tensión y relés de tensión de defecto.
- 5) Los focos sumergibles, serán accesibles y desmontables con suficiente longitud de cable para evitar el vaciado del vaso cada vez que sea necesario sustituir alguna lámpara.



- 6) Los soportes de las luminarias, serán adecuados a los esfuerzos que han de soportar, así mismo se instalarán protecciones anti-vandálicas cuando se estime necesario.

EN LA PARTE "E"

- 1) Acometida de agua independiente de cualquier otra, en tubo de acero galvanizado en caliente, con arqueta reglamentaria, contador, póliza de suministro y válvula reguladora de presión –si es necesario- de sección suficiente.
- 2) Acometida eléctrica completa –proyecto, póliza, boletines, contadores y legalización de toda la documentación necesaria.
- 3) Línea telefónica analógica en la sala de bombas –necesaria para el telecontrol.

Todos estos REQUISITOS son necesarios cumplirlos para poder realizar la Recepción de las obras y posteriormente incluir estas fuentes en los circuitos normalizados de Limpieza, mantenimiento y conservación que tiene asignada la Contrata de Fuentes de la Ciudad, y cuyas competencias tiene asignadas esta Dirección de Programas.

NOTAS:

- a) Todos los elementos y componentes de la instalación, deben ser homologados, o certificados según la normativa aplicable.
- b) Se procurará utilizar elementos y componentes de tipos y modelos "estandarizados", con el fin de facilitar el mantenimiento.
- c) En la periferia del vaso, se dispondrán carteles con los símbolos de "PROHIBIDO BAÑARSE" y "PELIGRO DE ELECTROCUCIÓN" en cantidad suficiente para que sean visibles desde cualquier ángulo.

Barcelona, a marzo de 2002





B. Càlculs complementaris

B.1. Càlcul del cabal necessari per la ventilació

El volum que s'ha de ventilar és la sala de màquines:

$$V_{\substack{\text{sala} \\ \text{màquines}}} = h \cdot \pi \cdot r_{\text{int.}}^2 = 3 \cdot \pi \cdot 7,2^2 = 488,58 \text{ m}^3 \quad (\text{Eq.B.1})$$

Segons la norma del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió ITC-BT-07 l'aire s'ha de renovar 6 vegades per hora. Es calcula el cabal necessari:

$$Q = \frac{6 \cdot V_{\substack{\text{sala} \\ \text{màquines}}}}{\text{hora}} = 6 \cdot 488,58 = 2931,48 \text{ m}^3/\text{h} \quad (\text{Eq.B.2})$$

S'ha triat doncs un ventilador amb el cabal més pròxim, $3000 \text{ m}^3/\text{h}$.

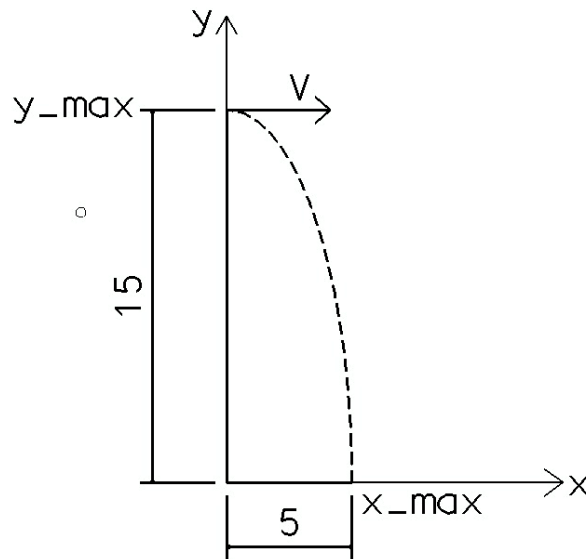
B.2. Càlcul de la velocitat màxima

Per al càlcul de la velocitat màxima pel correcte funcionament de la font s'ha tingut en compte les següents consideracions:

- Es modela el comportament de l'aigua respecte al vent com un tir parabòlic
- Es pren com a velocitat aquella que és només horitzontal, ja que és el cas més desfavorable, el de màxima projecció horitzontal de l'aigua.
- La velocitat màxima de l'aire serà aquella que faci que la dispersió de l'aigua del Geiser central arribi a toca amb els brolladors de l'escenari 2. És a dir, que el Geiser, de 15 m d'alçada, es deformi de tal manera que l'aigua del punt més alt caigui a 5 m del seu origen.



Il·lustració A.2: Tir parabòlic de la velocitat màxima



Les equacions del tir parabòlic són:

$$\begin{cases} x = x_0 + v_x(t - t_0) \\ y = y_0 + v_y(t - t_0) - \frac{1}{2}g(t - t_0)^2 \end{cases} \quad (\text{Eq.B.3})$$

Imposant les condicions anteriors i també que $t_0=0\text{s}$, $g=9,81 \text{ m/s}^2$:

$$\begin{cases} 5 = 0 + v_x t \\ 0 = 15 + 0 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot 9,81 \cdot t^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} v_x = 2,86 \text{ m/s} \\ t = 1,74 \text{ s} \end{cases} \quad (\text{Eq.B.4})$$

La velocitat màxima permesa és 2,86 m/s.

B.3. Càlcul del cabal necessari pel sistema de depuració

Segon el Plec de Condicions de l'Ajuntament el sistema de depuració ha de tenir una capacitat suficient per a passar 2,5 vegades el volum d'aigua en 14 hores. El volum del llac és aproximadament 6000 m^3 , llavors:

$$Q = \frac{V \cdot 2,5}{14} = \frac{6000 \cdot 2,5}{14} = 1071,43 \text{ m}^3/\text{h} \quad (\text{Eq.B.5})$$



C.Hidràulica

Es considera que el flux és turbulent amb un nombre de Reynolds major de 4000.

C.1. Càlcul de l'alçada manomètrica del escenari

Es defineix l'alçada manomètrica com:

$$\Delta H_{total} = \Delta H_{geomètrica} + \Delta H_{tovera} + \Delta H_{pèrdues\ linials} + \Delta H_{pèrdues\ sin\ gulars} \quad (\text{m.c.a.}) \quad (\text{Eq.C.1})$$

on:

$\Delta H_{geomètrica} = H_{impulsió} - H_{aspiració}$ és l'alçada que necessita la bomba.

ΔH_{tovera} és la pressió que necessita la tovera segons el fabricant, en m.c.a.

$\Delta H_{pèrdues\ linials}$ és l'alçada equivalent de les pèrdues de càrrega lineals del circuit hidràulic.

$\Delta H_{pèrdues\ sin\ gulars}$ és l'alçada equivalent de les pèrdues de càrrega degudes a les singularitats del circuit hidràulic.

Totes les alçades es mesuren en metre columna d'aigua (m.c.a.)

C.1.1.Càlcul de pèrdues de càrrega lineals

Per a realitzar aquest càlcul s'ha utilitzat la fórmula de Scimemi Veronese per a tubs d'acer galvanitzat:

$$V = 66,9 \cdot D^{0,732} \cdot \Delta H_{pèrdues\ linials}^{0,54} \quad (\text{m/s}) \quad (\text{Eq.C.2})$$

on:

V = velocitat mitja del fluid (m/s) $V = Q/S$

Q = cabal (m^3/s)



S = secció de la canonada (m^2)

D = diàmetre interior de la canonada (m)

C.1.2.Càlcul de pèrdues de càrrega singulars

Les diferents singularitats del circuit hidràulic dels escenaris s'han calculat utilitzant la fórmula:

$$\Delta H = K \cdot \frac{V^2}{2g} \quad (\text{Eq.C.3})$$

on:

V = velocitat mitja del fluid (m/s)

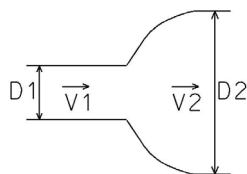
g = constant de gravetat = 9,81 (N/kg)

K = constant de la singularitat (adimensional)

A continuació es presenten els diferents valors de la constant K en funció de la singularitat.

- Valors de K per a eixamplaments bruscs**

Il·lustració C.1: Eixamplaments bruscs



La velocitat del fluid que es pren per als càlculs és la $V1$, Depenent de la relació de diàmetres, en metres, i la velocitat a l'entrada s'obté el valor de càlcul K

Taula C.1: Valors de K per a eixamplaments bruscs

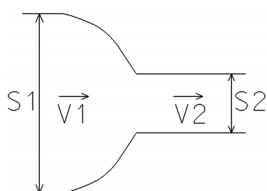
$D1 / D2$ $V1(m/s)$	$\approx 0,0$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0,60	1,00	1,00	0,96	0,86	0,74	0,60	0,44	0,29	0,15	0,04



1,50	0,96	0,95	0,89	0,80	0,69	0,56	0,41	0,27	0,14	0,04
3,00	0,93	0,91	0,86	0,77	0,67	0,54	0,40	0,26	0,13	0,04
6,00	0,86	0,84	0,80	0,72	0,62	0,50	0,37	0,24	0,12	0,04
12,00	0,81	0,80	0,75	0,68	0,58	0,47	0,35	0,22	0,11	0,03

- Valors de K per a reduccions brusques**

Il·lustració C.2: Reduccions brusques



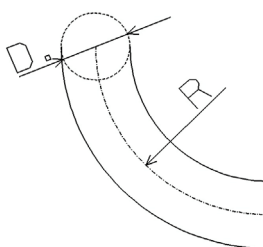
On S1 i S2 són les seccions del conductes. La velocitat emprada per al càlcul és V2.

Taula C.2: Valos de K per a reduccions brusques

S2 /S1	0,01	0,10	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00
K	0,49	0,45	0,42	0,33	0,22	0,13	0,00

- Valors de K per a colzes de secció circular**

Il·lustració C.3: Colzes de secció circular



On el paràmetre R és el radi del colze i D el diàmetre interior de la canonada.



La taula següent només és vàlida per a diàmetres inferiors o iguals a 0,5m.

Taula per a colzes de 90°:

Taula C.3: Valors de K per a colzes de 90°

$V \text{ (m/s)}$ R / D	0,60	0,90	1,20	1,50	1,80	2,10	2,40	3,00	3,65	4,60	6,10	9,15	12,2
0,00	1,03	1,14	1,23	1,30	1,36	1,42	1,46	1,54	1,62	1,71	1,84	2,03	2,18
0,08	0,46	0,51	0,55	0,58	0,60	0,63	0,65	0,69	0,72	0,76	0,82	0,90	0,97
0,15	0,31	0,34	0,36	0,38	0,40	0,42	0,43	0,46	0,49	0,51	0,54	0,61	0,65
0,30	0,21	0,23	0,25	0,26	0,28	0,29	0,30	0,31	0,33	0,35	0,37	0,41	0,44
0,60	0,19	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26	0,28	0,29	0,31	0,33	0,36	0,39
0,9	0,18	0,20	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26	0,27	0,29	0,30	0,33	0,36	0,39
1,20	0,18	0,20	0,21	0,23	0,23	0,25	0,26	0,27	0,29	0,30	0,32	0,35	0,38
1,50	0,18	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,27	0,28	0,29	0,32	0,35	0,38
1,80	0,18	0,19	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26	0,28	0,29	0,31	0,35	0,37
2,10	0,19	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26	0,28	0,29	0,31	0,33	0,36	0,37
2,40	0,21	0,23	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,31	0,32	0,34	0,37	0,41	0,44
3,00	0,26	0,29	0,31	0,32	0,34	0,35	0,36	0,38	0,40	0,42	0,46	0,50	0,54
4,60	0,37	0,41	0,43	0,46	0,48	0,50	0,52	0,55	0,57	0,61	0,65	0,72	0,77
6,10	0,41	0,51	0,54	0,57	0,60	0,62	0,64	0,68	0,72	0,75	0,81	0,90	0,97
7,60	0,50	0,56	0,59	0,63	0,65	0,69	0,71	0,75	0,79	0,83	0,89	0,99	1,06



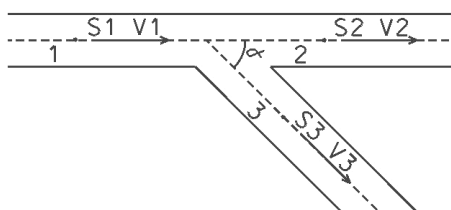
Factor de correcció aplicable a la taula anterior quan l'angle de desviació és diferent de 90°:

Taula C.4: Factor de correcció de K segons l'angle de desviació

Angle	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°	100°	110°	120°
Factor	0	0,20	0,38	0,50	0,62	0,73	0,81	0,89	0,95	1,00	1,04	1,09	1,12

- Valors de K per a bifurcacions amb divergència de corrents**

Il·lustració C.4: Bifurcacions amb divergència de corrents



on $0^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$

En aquest cas les pèrdues de càrrega seran:

Entre els punts 1 i 2, branca que continua amb la principal:

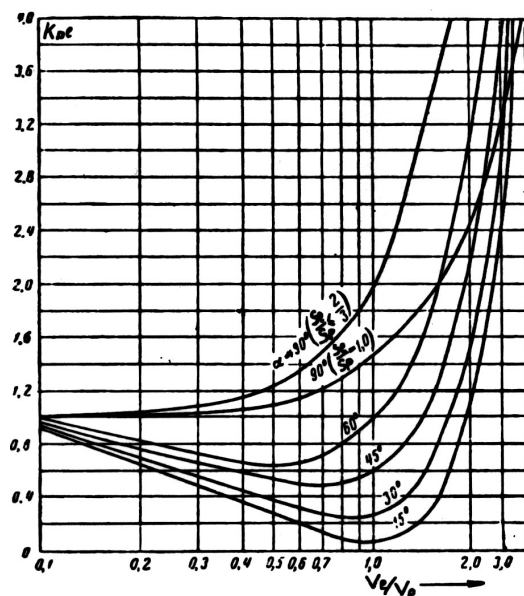
$$\Delta H_{12} = K_{pr} \cdot \frac{V_1^2}{2g} \quad (\text{Eq.C.4})$$

Entre els punts 1 i 3, branca lateral:

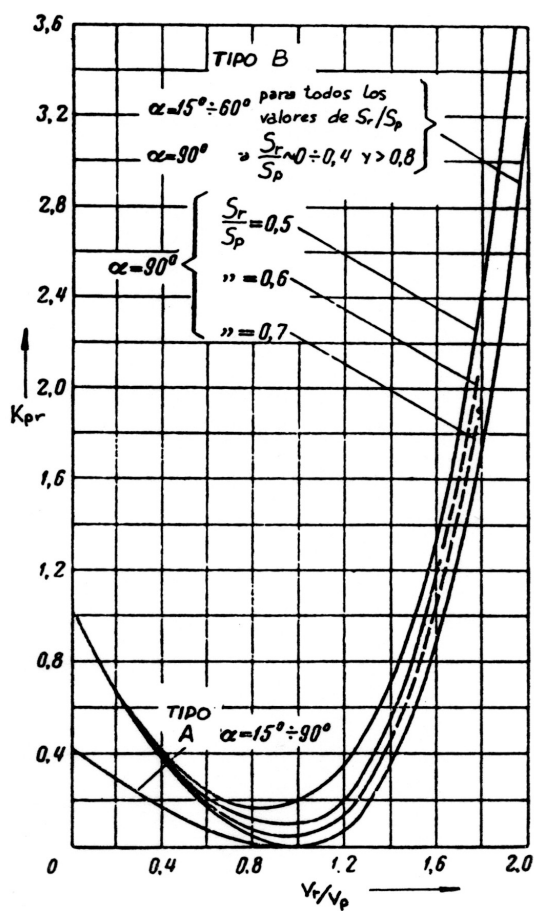
$$\Delta H_{13} = K_{pl} \cdot \frac{V_1^2}{2g} \quad (\text{Eq.C.5})$$



Gràfic C.1: Valors K_{pl} per a seccions 1 i 2 iguals



Gràfic C.2: Valors de K_{pr}



- **Valors de K per a vàlvules**

Es diferencia entre les vàlvules que treballen plena obertura i les que poden estar parcialment obertes.

Vàlvules a plena obertura, valors límits de K

Taula C.5: Valors de K per a vàlvules a plena obertura

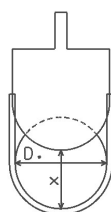
Tipus vàlvula	Valors límits
Antiretorn	0,6 a 2,3

Es pren el valor 1,8 per a realitzar els càlculs.

Vàlvules parcialment obertes

S'han utilitzat vàlvules de comporta circular per a igualar l'alçada de la columna d'aigua que surt de les toveres de cada escenari.

Il·lustració 5: Vàlvula de comporta



Taula C.6: Valors de K per a vàlvules de comporta

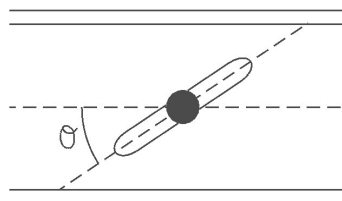
X/D	K	X/D	K	X/D	K	X/D	K
0,181	41,21	0,250	22,68	0,417	6,33	0,583	1,55
0,194	35,36	0,333	11,89	0,458	4,57	0,667	0,77
0,208	31,35	0,375	8,63	0,500	3,27	1,000	0



Es pren com a valor de càlcul el 0,77 ja que en principi no s'hauran de regular.

Les vàlvules de papallona sempre estan obertes excepte en el cas que s'hagin de fer reparacions a les bombes. Es suposa que hi ha un angle de tancament per defecte de la instal·lació de 15°.

Il·lustració 5: Vàlvules de papallona



Taula C.7: Valors de k per vàlvules de papallona

θ°	K	θ°	K	θ°	K	θ°	K
0	0	20	1,54	40	10,8	60	118
5	0,24	25	2,52	45	1,87	65	256
10	0,52	30	3,91	50	32,6	70	750
15	0,90	35	6,22	55	58,8	90	∞

C.2. Càlcul de la potència hidràulica

Potència hidràulica es calcula segons:

$$P_{hidràulica} = \rho \cdot g \cdot Q \cdot \Delta H_{total} \quad (W) \quad (Eq.C.6)$$

on:

ρ = densitat del fluid (kg/m³)



$$g = \text{constant de gravetat} = 9,81 \text{ (N/kg)}$$

$$Q = \text{cabal (m}^3/\text{s)}$$

$$\Delta H_{total} = \text{alçada manomètrica total (m.c.a.)}$$

C.3. Factors correctors

S'ha aplica un factor d'envelliment i seguretat per preveure la degradació de la instal·lació al cap del temps degut, per exemple una disminució de la secció de la canonada a causa d'un manteniment defectuós de la instal·lació.

$$\gamma_s = 1,25$$

C.4. Càlcul de la potència del conjunt bomba-motor

Es consideren uns rendiments estandars per el càlcul de la potència de la bomba centrífuga i del motor:

$$\eta_{bomba} = 70\%$$

$$\eta_{motor} = 90\%$$

$$\eta_{total} = \eta_{bomba} \cdot \eta_{motor} = 63\%$$

Així la potència necessària per al funcionament és:

$$P = \frac{P_{hidràulica}}{\eta_{total}} \text{ (W)} \quad (\text{Eq.C.7})$$

C.5. Realització del càlculs

En el càlculs següents es divideixen els circuits hidràulics de cada escenari en tres trams:

- Tram 1: és el tram que de connexió de la tovera amb la canonada del circuit
- Tram 2: és el tram de bifurcació que inclou la meitat de les toveres



- Tram 3: és el tram de canonada que uneix el conjunt de les toveres amb la bomba d'impulsió.

C.5.3.Càlculs hidràulics a l'escenari 1: Geiser

Aquest escenari consta de una sola tovera del tipus Geiser.

Alçada manomètrica

	TRAM 1	TRAM 2	TRAM 3	ALÇADA (m.c.a.)
Alçada geoètrica (m.c.a.)			1,00	1,00
Pressió de la tovera (m.c.a.)	31,00			31,00
Cabal (m ³ /h)	46,20	46,20	46,20	
Diàmetre (mm)	65,00	65,00	65,00	
Longitud (m)	7,00	3,00	3,00	
Velocitat (m/s)	3,87	3,87	3,87	
Pèrdues lineals	1,45	0,62	0,62	2,69
Colze de 90° Eixamplament Vàlvula de comporta Vàlvula de papallona Vàlvula antiretorn Pèrdues singulars	Nombre	Factor K	Nombre	Factor K
			1	0,27
			1	0,40
	1	0,77		
			1	0,90
			1	1,80
	0,59	0,21	2,38	3,17

Alçada manomètrica total (m.c.a.) 37,87

Potència del conjunt

Alçada manomètrica (m.c.a.)	37,87
Cabal (m ³ /h)	46,2
Constant de gravetat (N/kg)	9,81
Densitat del fluid (kg/m ³)	1000
Potència hidràulica (kW)	4,77
Factor de correcció	1,25
Rendiment total	63%

Potència del circuit (kW) 9,46



C.5.4.Càlculs hidràulics a l'escenari 2: Brolladors

Aquest escenari consta de 24 toveres del tipus Geiser. El circuit té 3 trams de càlcul.

Alçada manomètrica

	TRAM 1		TRAM 2		TRAM 3		ALÇADA (m.c.a.)
Alçada geoèmtica (m.c.a.)					1,00		1,00
Pressió de la tovera (m.c.a.)	10,80						10,80
Cabal (m3/h)	4,38		35,04		70,08		2,15
Diàmetre (mm)	32,00		65,00		100,00		
Longitud (m)	0,50		15,71		3,00		
Velocitat (m/s)	1,51		2,93		2,48		
Pèrdues lineals	0,05		1,95		0,15		
Bifrucació 1-2 Bifrucació 1-3 Colze de 90° Eixamplament Reducció Vàlvula de comporta Vàlvula de papallona Vàlvula antiretorn Pèrdues singulars							4,31
	Nombre	Factor K	Nombre	Factor K	Nombre	Factor K	
			8	0,01			
	1	1,90			1	1,00	
			1	0,27	1	0,27	
					1	0,47	
			1	0,20	1	0,33	
	1	0,77	7	0,77			
					1	0,90	
					1	1,80	
0,31		2,60		1,39			
Alçada manomètrica total (m.c.a.)							18,26

Potència del conjunt

Alçada manomètrica (m.c.a.)	18,26
Cabal (m3/h)	70,08
Constant de gravetat (N/kg)	9,81
Densitat del fluid (kg/m3)	1000
Potència hidràulica (kW)	3,49
Factor de correcció	1,25
Rendiment total	63%
Potència del circuit (kW)	6,92



C.5.5.Càlculs hidràulics a l'escenari 3: Pulveritzadors

Aquest escenari consta de 12 toveres del tipus Pulveritzadors. El circuit té 3 trams de càlcul.

Alçada manomètrica

	TRAM 1		TRAM 2		TRAM 3		ALÇADA (m.c.a.)
Alçada geoètrica (m.c.a.)					1,00		1,00
Pressió de la tovera (m.c.a.)	11,80						11,80
Cabal (m3/h)	2,64		15,84		31,68		2,36
Diàmetre (mm)	32,00		50,00		65,00		
Longitud (m)	0,50		18,85		3,00		
Velocitat (m/s)	0,91		2,24		2,65		
Pèrdues lineals	0,02		2,03		0,31		
							2,82
	Nombre	Factor K	Nombre	Factor K	Nombre	Factor K	
			6	0,01			
	1	1,30			1	1,00	
			1	0,24	1	0,25	
					1	0,47	
			1	0,33			
	1	0,77	5	0,77			
					1	0,90	
					1	1,80	
Pèrdues singulars	0,09		1,15		1,58		

Alçada manomètrica total (m.c.a.) 17,98

Potència del conjunt

Alçada manomètrica (m.c.a.)	17,98
Cabal (m ³ /h)	31,68
Constant de gravetat (N/kg)	9,81
Densitat del fluid (kg/m ³)	1000
Potència hidràulica (kW)	1,55
Factor de correcció	1,25
Rendiment total	63%
<i>Potència del circuit (kW)</i>	3,08



C.5.6.Càlculs hidràulics a l'escenari 4: Pirouettes

Aquest escenari consta de 8 toveres del tipus Pirouettes. El circuit té 3 trams de càlcul.

Alçada manomètrica

	TRAM 1	TRAM 2	TRAM 3	ALÇADA (m.c.a.)
Alçada geoètrica (m.c.a.)			1,00	1,00
Pressió de la tovera (m.c.a.)	7,70			7,70
Cabal (m3/h)	6,62	26,48	52,96	
Diàmetre (mm)	20,00	50,00	80,00	
Longitud (m)	0,50	24,00	3,00	
Velocitat (m/s)	5,85	3,75	2,93	
Pèrdues lineals	1,10	6,69	0,28	8,08
	Nombre Factor K	Nombre Factor K	Nombre Factor K	
Bifrucació 1-2		4 0,01		
Bifrucació 1-3	1 2,20		1 1,00	
Colze de 90°		1 0,28	1 0,27	
Eixamplament			1 0,48	
Reducció		1 0,33		
Vàlvula de comporta	1 0,77	3 0,77		
Vàlvula de papallona			1 0,90	
Vàlvula antiretorn			1 1,80	
Pèrdues singulars	5,19	1,88	1,94	9,01

Alçada manomètrica total (m.c.a.) 25,79

Potència del conjunt

Alçada manomètrica (m.c.a.)	25,79
Cabal (m3/h)	52,96
Constant de gravetat (N/kg)	9,81
Densitat del fluid (kg/m3)	1000
Potència hidràulica (kW)	3,72
Factor de correcció	1,25
Rendiment total	63%
<i>Potència del circuit (kW)</i>	<i>7,38</i>





D. Electricitat

D.1. Càlcul de la potència a contractar: coeficients de simultaneïtat

Els coeficients de simultaneïtat s'apliquen al parell de bombes dels escenaris. Cada bomba té un coeficient de simultaneïtat del 50% perquè de cada parell només funciona una alternativament.

De entre tots els escenaris només van simultàniament el primer amb la resta. Això equival a dir que els escenaris 2, 3 i 4 tant sols estan en promig una tercera part del temps en funcionament. El seu coeficient de simultaneïtat per als tres escenaris anteriors és del 33%.

La resta de circuits tenen un coeficient de simultaneïtat igual a la unitat perquè al ser equips auxiliars, de control i mesura es necessari que estiguin sempre disponibles.

La potència necessària és:

Taula D.1: Coeficients de simultaneïtat de la línia principal

CIRCUIT	DESCRIPCIÓ DEL CIRCUIT: LÍNIA PRINCIPAL	POTÈNCIA NOMINAL (kW)	COEFICIENT SIMULT. (%)	POTENCIA CALCULADA (Kw)
C1-1	Bomba 1 del Geiser	11,00	50	5,50
C1-2	Bomba 2 del Geiser	11,00	50	5,50
C1-3	Bomba 1 dels Brolladors	7,50	50	3,75
C1-4	Bomba 2 dels Brolladors	7,50	50	3,75
C1-5	Bomba 1 dels Pulveritzadors	4,00	50	2,00
C1-6	Bomba 2 dels Pulveritzadors	4,00	50	2,00
C1-7	Bomba 1 del les Pirouettes	11,00	50	5,50
C1-8	Bomba 2 del les Pirouettes	11,00	50	5,50
C1-9	Il·luminació del Geiser: 4 projectors de 250 W	1,00	100	1,00
C1-10	Il·luminació 1 dels Brolladors: 12 projectors de 250 W	3,00	33	1,00



CIRCUIT	DESCRIPCIÓ DEL CIRCUIT: LÍNIA PRINCIPAL (continuació)	POTÈNCIA NOMINAL (kW)	COEFICIENT SIMULT. (%)	POTENCIA CALCULADA (Kw)
C1-11	Il·luminació 2 dels Brolladors: 4 projectors de 250 W	1,00	33	0,33
C1-12	Il·luminació 3 dels Brolladors: 6 projectors de 250 W	1,50	33	0,50
C1-13	Il·luminació 4 dels Brolladors: 2 projectors de 250 W	0,50	33	0,16
C1-14	Il·luminació dels Pulveritzadors: 12 projectors de 150 W	1,80	33	0,60
C1-15	Il·luminació de les Pirouettes: 8 projectors de 150 W	1,20	33	0,40
C1-16	Sistema de depuració	1,00	100	1,00
C1-17	Sistema de cloració de l'aigua	0,10	100	0,10
C1-18	Alimentació 1 electrovàlvules: 12 vàlvules de 80 W	0,96	33	0,32
C1-19	Alimentació 2 electrovàlvules: 4 vàlvules de 80 W	0,32	33	0,11
C1-20	Alimentació 3 electrovàlvules: 6 vàlvules de 80 W	0,48	33	0,16
C1-21	Alimentació 4 electrovàlvules: 2 vàlvules de 80 W	0,16	33	0,06
C1-22	Alimentació autòmat	0,15	100	0,15
C1-23	Sonda de nivell	0,02	100	0,02
C1-24	Anemòmetre	0,02	100	0,02
C1-25	Sortides autòmat	0,15	100	0,15

Potència de la línia principal (kW) 35,48



Taula D.2: Coeficients de simultaneïtat de la línia auxiliar

CIRCUIT	DESCRIPCIÓ DEL CIRCUIT: LÍNIA AUXILIAR	POTÈNCIA NOMINAL (kW)	COEFICIENT SIMULT. (%)	POTENCIA CALCULADA (Kw)
C2-1	Il·luminació sala d'entrada: 2 làmpades fluorescents de 2 x 18 W	0,08	100	0,08
C2-2	Il·luminació emergència sala d'entrada: 2 làmpades d'emergència de 2 x 8 W	0,02	100	0,02
C2-3	Il·luminació passadís: 12 làmpades fluorescents de 1 x 18 W	0,22	100	0,22
C2-4	Il·luminació emergència passadís: 3 làmpades d'emergència de 2 x 8 W	0,05	100	0,05
C2-5	Il·luminació sala de màquines: 56 làmpades fluorescents de 2 x 58 W	6,50	100	6,50
C2-6	Il·luminació emergència sala de màquines: 3 làmpades d'emergència 2 x 8 W	0,05	100	0,05
C2-7	Bomba de drenatge	0,30	100	0,30
C2-8	Extractor	0,25	100	0,25
C2-9	Preses de corrent	2,00	100	2,00
C2-10	Termohigròmetre	0,01	100	0,01

Potència del la línia auxiliar (kW) 9,50

La potència necessària serà la suma de les dues anteriors: 44,95 kW

La potència a contractar serà de 50kW segons la taula de contractació de la companyia distribuïdora.

D.2. Càlcul de les caigudes de tensió i de les seccions dels conductors.

Segons el reglament de baixa tensió el percentatge de caiguda de tensió no ha de ser superior a:



- 3% enllumenat
- 5% altres usos
- 1% de la instal·lació d'enllaç (derivació individual)

S'ha calculat quina seria la secció mínima per poder complir aquesta normativa.

Per als càlculs següents s'han considerat les següents simplificacions:

- La reactància dels cables en baixa tensió és menyspreable enfront a la resistència
- No es calcularà la secció del cable segons el criteri de la resistència tèrmica perquè en baixa tensió la massa del cable és suficientment gran respecte a l'energia que s'involucra. En aquest cas la temperatura no arriba a valors perillosos durant el temps en que tarden a actuar les proteccions.
- No s'aplicarà el factor corrector de temperatura a l'hora de tornar a calcular la secció del cable. Per defecte els cables estan calculats per una temperatura de 40° (factor corrector igual a la unitat). En el cas de la instal·lació que ens ocupa estan situada en una ciutat de clima mediterrani, calurós, i en un espai enterrat s'ha considerat que la temperatura màxima a la que poden arribar els cables no diferirà massa de 40°. Per tant es prendrà aquesta temperatura com la temperatura de servei màxima.
- Les càrregues en sistemes trifàsics estan equilibrades per cada fase.
- El factor de potencia mitjà de la instal·lació és de 0.9

D.2.1.Fórmules utilitzades

Per al càlcul de la caiguda de tensió en corrent alterna és funció de la secció del cable instal·lat segons:

- Per a qualsevol sistema:

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S} (\Omega) \quad (\text{Eq.D.1})$$

$$\Delta U(\%) = \frac{\Delta U}{U_N} \cdot 100 \quad (\text{Eq.D.2})$$



on:

R = resistència del cable

ρ = resistivitat del cable. En el cas del cable de coure té un valor de $56\Omega\text{m}$

L = longitud del cable (m)

S = secció del cable (m^2)

ΔU = caiguda de tensió (V)

U_N = tensió nominal (V)

- Sistema trifàsic:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_N \cos \varphi} \text{ (A)} \quad (\text{Eq.D.3})$$

$$\Delta U \approx \sqrt{3} \cdot I \cdot R \cdot \cos \varphi = \frac{P \cdot L}{\rho \cdot S \cdot U_N} \text{ (V)} \quad (\text{Eq.D.4})$$

on:

P = potencia activa del circuit (W)

I = intensitat nominal (A)

$U_N = 400 \text{ V}$

$\cos \varphi$ = factor de potencia, de valor establert en 0,9

- Sistema monofàsic:

$$I = \frac{P}{U_N \cdot \cos \varphi} \text{ (A)} \quad (\text{Eq.D.5})$$

$$\Delta U \approx 2 \cdot I \cdot R \cdot \cos \varphi = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\rho \cdot S \cdot U_N} \text{ (V)} \quad (\text{Eq.D.6})$$

on:



$$U_N = 230 \text{ V}$$

Segons les instruccions ITC-BT-19 i ITC-BT-47 les làmpades de descàrrega s'hauran de calcular amb un coeficient de 1,8 i els motors amb un coeficient de 1,25 per tenir en compte el comportament del seus elements i dels pics d'arrancada.

La secció del cable instal·lada serà aquella que tenint una intensitat màxima major que la intensitat del circuit sigui la que dona una caiguda de tensió menor.

Els valors de les intensitats màximes admissibles es troben a la norma ITC-BT-19 apartat 2.2.3

D.2.2.Resultats numèrics

A continuació es troba la taula de càlcul de caigudes de tensió i seccions del cables.

En les següents taules "M" indica tensió monofàsica i "T" indica tensió trifàsica.



CIRCUIT 1: PRINCIPAL	Tensió (V)	Sistema	Tam de càlcul	Coefficient simultaneïtat(%)	Coefficient de càlcul	Potència Total (W)	Potència Simultània (W)	Potència Règim (W)	Potència Càlcul (W)	Factor potència	Intensitat Règim (A)	Intensitat Càlcul (A)	Intensitat Secció (mm2)	Intensitat Màxima Admissible (A)	Longitud (m)	Cdt Parcial del tram (V)	Cdt Parcial acumulada (V)	Cdt Parcial acumulada (%)	Cdt Total (%)
Des de la CGP	430	T			1	80.210	35.327	35.327	35.327	0,9	86,72	56,72	25	77	35	2,21	2,21	0,55	0,55
C1-1	430			50			5.500	11.000	13.750	0,9	7,86	22,08	6	32	20		2,05	0,51	1,06
Bomba Geiser1	430	T	Tram1	50	1,25	11.000	5.500	11.000	13.750	0,9	7,86	22,08	6	32	20	2,15	2,05	0,51	
C1-2	430			50			5.500	11.000	13.750	0,9	7,86	22,08	6	32	20		2,05	0,51	1,06
Bomba Geiser2	430	T	Tram1	50	1,25	11.000	5.500	11.000	13.750	0,9	7,86	22,08	6	32	20	2,15	2,05	0,51	
C1-3	430			50			3.750	7.500	9.375	0,9	2,04	15,05	4	24	7		1,78	0,44	1,00
B. Brolladors1	430	T	Tram1	50	1,25	7.500	3.750	7.500	9.375	0,9	2,04	15,05	4	24	7	1,78	1,78	0,44	
C1-4	430			50			3.750	7.500	9.375	0,9	2,04	15,05	4	24	7		1,78	0,44	1,00
B. Brolladors2	430	T	Tram1	50	1,25	7.500	3.750	7.500	9.375	0,9	2,04	15,05	4	24	7	1,78	1,78	0,44	
C1-5	430			50			2.000	4.000	5.000	0,9	6,42	8,03	1,5	14	4		2,08	0,52	1,07
B. Pulveritz.1	430	T	Tram1	50	1,25	4.000	2.000	4.000	5.000	0,9	6,42	8,03	1,5	14	4	2,18	2,08	0,52	
C1-6	430			50			2.000	4.000	5.000	0,9	6,42	8,03	1,5	14	4		2,08	0,52	1,07
B. Pulveritz.2	430	T	Tram1	50	1,25	4.000	2.000	4.000	5.000	0,9	6,42	8,03	1,5	14	4	2,18	2,08	0,52	
C1-7	430			50			5.500	11.000	13.750	0,9	7,86	22,08	6	32	1		1,13	0,28	0,83
B. Pirouettes1	430	T	Tram1	50	1,25	11.000	5.500	11.000	13.750	0,9	7,86	22,08	6	32	1	1,13	1,13	0,28	
C1-8	430			50			5.500	11.000	13.750	0,9	7,86	22,08	6	32	1		1,13	0,28	0,83
B. Pirouettes2	430	T	Tram1	50	1,25	11.000	5.500	11.000	13.750	0,9	7,86	22,08	6	32	1	1,13	1,13	0,28	
C1-9	230			100			1.000	1.000	1.800	0,9	4,83	8,70	1,5	14	8		1,49	0,65	1,20
Llum Geiser	230	M	Tram1	100	1,8	1.000	1.000	1.000	1.800	0,9	4,83	8,70	1,5	14	8	1,49	1,49	0,65	
C1-10	230			33			990	3.000	5.400	0,9	4,49	26,09	6	32	31		2,31	1,00	1,55
Llum Brolladors1	230	M	Tram1	33	1,8	250	990	3.000	5.400	0,9	4,49	26,09	6	32	2	0,28	0,28	0,12	
	230	M	Tram2	33	1,8	250	908	2.750	4.950	0,9	3,29	25,91	6	32	1,3	0,17	0,45	0,18	
	230	M	Tram3	33	1,8	250	825	2.500	4.500	0,9	2,08	21,74	6	32	4	0,47	0,91	0,40	
	230	M	Tram4	33	1,8	250	743	2.250	4.050	0,9	0,87	15,57	6	32	2,6	0,27	1,18	0,51	
	230	M	Tram5	33	1,8	250	660	2.000	3.600	0,9	9,66	17,39	6	32	4	0,57	1,56	0,68	
	230	M	Tram6	33	1,8	250	578	1.750	3.150	0,9	8,45	15,22	6	32	1,3	0,11	1,66	0,72	
	230	M	Tram7	33	1,8	250	495	1.500	2.700	0,9	7,25	15,04	6	32	2,6	0,18	1,84	0,80	
	230	M	Tram8	33	1,8	250	413	1.250	2.250	0,9	6,04	15,04	6	32	1,3	0,18	1,92	0,83	
	230	M	Tram9	33	1,8	250	330	1.000	1.800	0,9	4,83	8,70	6	32	4	0,19	2,11	0,92	
	230	M	Tram10	33	1,8	250	248	750	1.350	0,9	3,62	6,52	6	32	2,6	0,19	2,20	0,96	
	230	M	Tram11	33	1,8	250	165	500	900	0,9	2,42	4,35	6	32	4	0,19	2,29	1,00	
	230	M	Tram12	33	1,8	250	83	250	450	0,9	1,21	2,17	6	32	1,3	0,12	2,31	1,00	





CIRCUIT 1: PRINCIPAL	Tensió (V)	Sistema	Tam de càlcul	Coefficient simultaneïtat(%)	Coefficient de càlcul	Potència Total (W)	Potència Regim (W)	Potència Càlcul (W)	Factor potència	Intensitat Regim (A)	Intensitat Càlcul (A)	Secció Admissible (A)	Longitud (m)	Cdt Parcial del tram (V)	Cdt Parcial acumulada (V)	Cdt Parcial acumulada (%)	Cdt Total (%)
C1-11	230			33			330	1.000	1.800	0,9	4,93	8,70	1,5	27,1		3,08	1,34
	230	M	Tram1	33	1,8	250	330	1.000	1.800	0,9	4,93	8,70	1,5	6	1,12	1,12	0,49
	230	M	Tram2	33	1,8	250	248	1.350	1.350	0,9	3,62	6,62	1,5	4	0,74	1,86	0,81
	230	M	Tram3	33	1,8	250	165	500	900	0,9	2,42	4,35	1,5	10,5	0,68	2,84	1,23
C1-12	230	M	Tram4	33	1,8	250	83	250	450	0,9	1,21	2,17	1,5	6,3	0,25	3,08	1,34
	230			33			495	1.500	2.700	0,9	7,25	13,04	1,5	29		4,75	2,07
	230	M	Tram1	33	1,8	250	495	1.500	2.700	0,9	7,25	13,04	1,5	5	1,40	1,40	0,61
	230	M	Tram2	33	1,8	250	413	1.250	2.250	0,9	6,04	10,87	1,5	14	0,53	2,33	1,01
C1-13	230	M	Tram3	33	1,8	250	330	1.000	1.800	0,9	4,93	8,70	1,5	4	0,75	3,07	1,34
	230	M	Tram4	33	1,8	250	248	750	1.350	0,9	3,62	6,62	1,5	14	1,12	4,19	1,82
	230	M	Tram5	33	1,8	250	165	500	900	0,9	2,42	4,35	1,5	14	0,57	4,57	1,98
	230	M	Tram6	33	1,8	250	83	250	450	0,9	1,21	2,17	1,5	4	0,19	4,75	2,07
C1-14	230			33			165	500	900	0,9	2,42	4,35	1,5	19		1,02	0,45
	230	M	Tram1	33	1,8	250	165	500	900	0,9	2,42	4,35	1,5	3	0,28	0,28	0,12
	230	M	Tram2	33	1,8	250	83	250	450	0,9	1,21	2,17	1,5	6	0,75	1,02	0,45
	230			33			594	1.800	3.240	0,9	8,70	15,85	2,5	38,2		3,74	1,63
C1-15	230	M	Tram1	33	1,8	150	594	1.800	3.240	0,9	8,70	15,85	2,5	1	0,20	0,20	0,09
	230	M	Tram2	33	1,8	150	545	1.850	2.970	0,9	7,97	14,35	2,5	19	0,59	0,79	0,34
	230	M	Tram3	33	1,8	150	495	1.500	2.700	0,9	7,25	13,04	2,5	19	0,54	1,33	0,58
	230	M	Tram4	33	1,8	150	446	1.350	2.430	0,9	6,52	11,74	2,5	19	0,48	1,81	0,79
	230	M	Tram5	33	1,8	150	396	1.200	2.160	0,9	5,80	10,43	2,5	19	0,43	2,24	0,97
	230	M	Tram6	33	1,8	150	347	1.050	1.890	0,9	5,07	9,13	2,5	19	0,38	2,62	1,14
	230	M	Tram7	33	1,8	150	297	900	1.620	0,9	4,35	7,83	2,5	19	0,32	2,94	1,28
	230	M	Tram8	33	1,8	150	248	750	1.350	0,9	3,62	6,62	2,5	19	0,27	3,21	1,39
	230	M	Tram9	33	1,8	150	198	600	1.080	0,9	2,90	5,22	2,5	19	0,21	3,42	1,49
	230	M	Tram10	33	1,8	150	149	450	810	0,9	2,17	3,91	2,5	19	0,16	3,58	1,56
	230	M	Tram11	33	1,8	150	99	300	540	0,9	1,45	2,61	2,5	19	0,11	3,69	1,60
	230	M	Tram12	33	1,8	150	50	150	270	0,9	0,72	1,30	2,5	19	0,05	3,74	1,63
C1-16	230			33			396	1.200	2.160	0,9	5,80	10,43	2,5	43		2,95	1,28
	230	M	Tram1	33	1,8	150	396	1.200	2.160	0,9	5,80	10,43	2,5	1	0,13	0,13	0,06
	230	M	Tram2	33	1,8	150	347	1.050	1.890	0,9	5,07	9,13	2,5	6	0,70	0,84	0,36
	230	M	Tram3	33	1,8	150	297	900	1.620	0,9	4,35	7,83	2,5	19	0,60	1,44	0,63
C1-17	230	M	Tram4	33	1,8	150	248	750	1.350	0,9	3,62	6,62	2,5	19	0,50	1,95	0,85
	230	M	Tram5	33	1,8	150	198	600	1.080	0,9	2,90	5,22	2,5	19	0,40	2,35	1,02
	230	M	Tram6	33	1,8	150	149	450	810	0,9	2,17	3,91	2,5	19	0,30	2,65	1,15
	230	M	Tram7	33	1,8	150	99	300	540	0,9	1,45	2,61	2,5	19	0,20	2,85	1,24
C1-18	230	M	Tram8	33	1,8	150	50	150	270	1,9	0,34	0,62	2,5	19	0,10	2,95	1,28
	230			100			1.000	1.000	1.000	0,9	4,83	4,83	1,5	14		0,31	0,14
	230	M	Tram1	100	1	1.000	1.000	1.000	1.000	0,9	4,83	4,83	1,5	3	0,51	0,31	0,14
	230			100			100	100	100	0,9	0,48	0,48	1,5	14		0,03	0,01
C1-19	230			100			100	100	100	0,9	0,48	0,48	1,5	14		0,03	0,01
	230	M	Tram1	100	1	100	100	100	100	0,9	0,48	0,48	1,5	3	0,03	0,03	0,01
	230			100			100	100	100	0,9	0,48	0,48	1,5	14		0,03	0,01
	230	M	Tram1	100	1	100	100	100	100	0,9	0,48	0,48	1,5	3	0,03	0,03	0,01

CIRCUIT 1: PRINCIPAL	Tensió (V)	Sistema	Tam de càlcul	Coefficient simultaneïtat(%)	Coefficient de càlcul	Potència Total (W)	Potència Simultània (W)	Potència Règim (W)	Potència Càlcul (W)	Factor potència	Intensitat Règim (A)	Intensitat Càlcul (A)	Secció (mm2)	Intensitat Màxima Admissible (A)	Longitud (m)	Cdt Parcial del tram (V)	Cdt Parcial acumulada (V)	Cdt Parcial acumulada (%)	Cdt Total (%)
C1-18 Electrovalvúles 1	230			33			317	960	1.728	0,9	4,64	8,35	1,5	14	31		2,95	1,28	1,84
	230	M	Tram1	33	1,8	80	317	960	1.728	0,9	4,64	8,35	1,5	14	2	0,36	0,36	0,18	
	230	M	Tram2	33	1,8	80	290	880	1.584	0,9	4,25	7,65	1,5	14	1,3	0,21	0,57	0,25	
	230	M	Tram3	33	1,8	80	264	800	1.440	0,9	3,86	6,96	1,5	14	4	0,60	1,17	0,51	
	230	M	Tram4	33	1,8	80	238	720	1.296	0,9	3,48	6,26	1,5	14	2,8	0,35	1,52	0,66	
	230	M	Tram5	33	1,8	80	211	640	1.152	0,9	3,09	5,57	1,5	14	4	0,48	1,99	0,87	
	230	M	Tram6	33	1,8	80	185	560	1.008	0,9	2,71	4,87	1,5	14	1,3	0,14	2,13	0,93	
	230	M	Tram7	33	1,8	80	158	480	864	0,9	2,32	4,17	1,5	14	2,6	0,23	2,36	1,03	
	230	M	Tram8	33	1,8	80	132	400	720	0,9	1,93	3,48	1,5	14	1,3	0,10	2,46	1,07	
	230	M	Tram9	33	1,8	80	106	320	576	0,9	1,55	2,78	1,5	14	4	0,24	2,70	1,17	
	230	M	Tram10	33	1,8	80	79	240	432	0,9	1,16	2,09	1,5	14	2,6	0,12	2,81	1,22	
	230	M	Tram11	33	1,8	80	53	160	288	0,9	0,77	1,39	1,5	14	4	0,12	2,93	1,27	
	230	M	Tram12	33	1,8	80	26	80	144	0,9	0,39	0,70	1,5	14	1,3	0,02	2,95	1,28	
C1-19 Electrovalvúles 2	230			33			106	320	576	0,9	1,55	2,78	1,5	14	27,1		0,99	0,43	0,98
	230	M	Tram1	33	1,8	80	106	320	576	0,9	1,55	2,78	1,5	14	6	0,36	0,36	0,18	
	230	M	Tram2	33	1,8	80	79	240	432	0,9	1,16	2,09	1,5	14	5,3	0,24	0,59	0,26	
	230	M	Tram3	33	1,8	80	53	160	288	0,9	0,77	1,39	1,5	14	10,5	0,31	0,91	0,39	
C1-20 Electrovalvúles 3	230			33			26	80	144	0,9	0,39	0,70	1,5	14	5,3		0,99	0,43	
	230	M	Tram1	33	1,8	80	158	480	864	0,9	2,32	4,17	1,5	14	29		1,52	0,66	1,21
	230	M	Tram2	33	1,8	80	132	400	720	0,9	1,93	3,48	1,5	14	5	0,45	0,45	0,19	
	230	M	Tram3	33	1,8	80	106	320	576	0,9	1,55	2,78	1,5	14	4	0,30	0,75	0,32	
	230	M	Tram4	33	1,8	80	79	240	432	0,9	1,16	2,09	1,5	14	8	0,36	1,34	0,58	
	230	M	Tram5	33	1,8	80	53	160	288	0,9	0,77	1,39	1,5	14	4	0,12	1,46	0,64	
C1-21 Electrovalvúles 4	230			33			53	160	288	0,9	0,77	1,39	1,5	14	19		0,33	0,14	0,69
	230	M	Tram1	33	1,8	80	53	160	288	0,9	0,77	1,39	1,5	14	3	0,09	0,09	0,04	
C1-22 Alimentació PLC	230			100			150	150	150	0,9	0,72	0,72	1,5	14	0,5		0,01	0,00	0,56
	230	M	Tram1	100	1	150	150	150	150	0,9	0,72	0,72	1,5	14	0,5	0,01	0,01	0,00	
C1-23 Sonda Nivell	230			100			20	20	20	0,9	0,10	0,10	1,5	14	3		0,01	0,00	0,55
	230	M	Tram1	100	1	20	20	20	20	0,9	0,10	0,10	1,5	14	3	0,01	0,01	0,00	
C1-24 Anemòmetre	230			100			20	20	20	0,9	0,10	0,10	1,5	14	1		0,00	0,00	0,55
	230	M	Tram1	100	1	20	20	20	20	0,9	0,10	0,10	1,5	14	1	0,00	0,00	0,00	
C1-25 Sortides PLC	230			100			170	170	170	0,9	0,82	0,82	1,5	14	0,5		0,01	0,00	0,56
	230	M	Tram1	100	1	150	170	170	170	0,9	0,82	0,82	1,5	14	0,5	0,01	0,01	0,00	





CIRCUIT 2: AUXILIAR	Tensió (V)	Sistema	Tam de càlcul	Coefficient simultaneïtat(%)	Coefficient de càlcul	Potència Total (W)	Potència Simultània (W)	Potència Règim (W)	Potència Càlcul (W)	Factor potència	Intensitat Règim (A)	Intensitat Càlcul (A)	Intensitat Secció (mm2)	Intensitat Màxima Admissible (A)	Longitud (m)	Cdt Parcial del tram (V)	Cdt Parcial acumulada (V)	Cdt Parcial acumulada (%)	Cdt Total (%)
Des de la CGP	400	T		100	1	9.562	9.562	9.562	9.562	0,9	15,35	15,35	6,0	32	35	0,47	0,47	0,12	0,12
	230			100															
	230	M	Tram1	100	1,8	36	72	72	72	0,9	0,35	0,63	1,5	14	33		0,05	0,02	0,14
	230	M	Tram2	100	1,8	36	36	36	36	0,9	0,17	0,31	1,5	14	1	0,00	0,05	0,02	
C2-2	230			100															
	230	M	Tram1	100	1,8	16	32	32	32	0,9	0,15	0,28	1,5	14	33,5		0,02	0,01	0,13
	230	M	Tram2	100	1,8	16	16	16	16	0,9	0,08	0,14	1,5	14	1,5	0,00	0,02	0,01	
C2-3	230			100															
	230	M	Tram1	100	1,8	36	216	216	216	0,9	1,04	1,88	1,5	14	15,25		0,04	0,02	0,13
	230	M	Tram2	100	1,8	36	180	180	180	0,9	0,87	1,57	1,5	14	2,75	0,01	0,01	0,01	
	230	M	Tram3	100	1,8	36	144	144	144	0,9	0,70	1,25	1,5	14	2,5	0,01	0,02	0,01	
	230	M	Tram4	100	1,8	36	108	108	108	0,9	0,52	0,94	1,5	14	2,5	0,01	0,03	0,01	
	230	M	Tram5	100	1,8	36	72	72	72	0,9	0,35	0,63	1,5	14	2,5	0,00	0,04	0,02	
	230	M	Tram6	100	1,8	36	36	36	36	0,9	0,17	0,31	1,5	14	2,5	0,00	0,04	0,02	
C2-4	230			100															
	230	M	Tram1	100	1,8	16	48	48	48	0,9	0,23	0,42	1,5	14	18		0,01	0,00	0,12
	230	M	Tram2	100	1,8	16	32	32	32	0,9	0,15	0,28	1,5	14	2	0,00	0,00	0,00	
	230	M	Tram3	100	1,8	16	16	16	16	0,9	0,08	0,14	1,5	14	7	0,00	0,01	0,00	

CIRCUIT 2: AUXILIAR	Tensió (V)	Sistema	Tam de càlcul	Coefficient de simultaneïtat(%)	Coefficient de càlcul	Potència Total (W)	Potència Simultània (W)	Potència Regim (W)	Potència Càlcul (W)	Factor potència	Intensitat Regim (A)	Intensitat Càlcul (A)	Secció (mm2)	Intensitat Màxima Admissible (A)	Longitud (m)	Cdt Parcial del tram (V)	Cdt Parcial acumulada (V)	Cdt Parcial acumulada (%)	Cdt Total (%)
C2-5 LL. S. Màquines	230	M		100			6.496	6.496	11.893	0,9	31,38	56,49	16,0	59	7		0,12	0,05	0,17
		Tram1			1,8	2.784					31,38	56,49	16,0	59	1	0,03	0,03	0,01	
	230	M	Tram2	100		928	3.712	3.712	6.602	0,9	17,93	32,28	10,0	44	1,5	0,04	0,07	0,03	
	230	M	Tram3	100		928	2.784	2.784	5.011	0,9	13,45	24,21	10,0	44	1,5	0,03	0,09	0,04	
	230	M	Tram4	100		928	1.856	1.856	3.341	1,9	4,25	7,64	10,0	44	1,5	0,02	0,11	0,05	
	230	M	Tram5	100		928	928	928	1.670	2,9	1,39	2,50	10,0	44	1,5	0,01	0,12	0,05	
C2-6 LL. S. Màquines Emergència	230	M		100			48	48	86	0,9	0,23	0,42	1,5	14	17,2		0,01	0,00	0,12
		Tram1			1,8	16					0,23	0,42	1,5	14	0,2	0,00	0,00	0,00	
	230	M	Tram2	100		16	32	32	58	0,9	0,15	0,28	1,5	14	2	0,00	0,00	0,00	
	230	M	Tram10	100		16	16	16	29	2,9	0,02	0,04	1,5	14	15	0,00	0,01	0,00	
C2-7 B. Drenatge	230	M		100			300	300	375	0,9	1,45	1,81	1,5	14	15		0,06	0,03	0,14
		Tram1			1,25	300					1,45	1,81	1,5	14	15	0,06	0,06	0,03	
C2-8 Ventilador	230	M		100			250	250	313	0,9	1,21	1,51	1,5	14	3		0,01	0,00	0,12
		Tram1			1,25	250					1,21	1,51	1,5	14	3	0,01	0,01	0,00	
C2-9 Preses de corrent	230	M		100			2.000	2.000	2.000	0,9	9,66	9,66	2,5	19	20		0,33	0,14	0,26
		Tram1			1	0					9,66	9,66	2,5	19	5	0,08	0,08	0,04	
	230	M	Tram2	100		0	2.000	2.000	2.000	0,9	9,66	9,66	2,5	19	5	0,08	0,16	0,07	
	230	M	Tram3	100		0	2.000	2.000	2.000	0,9	9,66	9,66	2,5	19	5	0,08	0,25	0,11	
	230	M	Tram4	100		2.000	2.000	2.000	2.000	0,9	9,66	9,66	2,5	19	5	0,08	0,33	0,14	
C2-10 Termohigròmete	230	M		100			100	100	100	0,9	0,48	0,48	1,5	14	1		0,00	0,00	0,12
		Tram1			1	100					0,48	0,48	1,5	14	1	0,00	0,00	0,00	



D.3. Càlcul de la resistència de terra

La posada a terra consta de conductor nu de coure de 50 mm² de secció i piquetes de 4 m d'alçada i 14 mm diàmetre, enterrats 0,5 m.

La configuració és línia: 6 piquetes separades 6 m.

Per aquesta configuració li correspon un coeficient de resistència de $k_r = 0,039 m^{-1}$

Es considera un valor de resistivitat del terreny 50 Ω·m, corresponent a terrenys humits, segons la ITC-BT-18.

Es calcula el valor de la resistència de terra:

$$R_T = k_r \cdot \rho = 0,039 \cdot 50 = 1,95 \Omega \quad (\text{Eq.D.7})$$

La intensitat de corrent de curtcircuit d'una fase a terra és:

$$I_d = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot (R_B + R_T)} \quad (\text{Eq.D.8})$$

on:

U = Tensió simple

R_B = Resistència de la posada a terra de servei del centre de transformació. Es considera que té un valor de 10 Ω

Llavors:

$$I_d = \frac{230}{\sqrt{3} \cdot (10 + 1,95)} = 11,11 A \quad (\text{Eq.D.9})$$

La tensió de contacte és:

$$U_c = R_T \cdot I_d = 1,95 \cdot 11,11 = 21,66 V \quad (\text{Eq.D.10})$$

Resulta ser menor que la tensió de contacte màxima permesa, 24 V.



D.4. Justificació de la sensibilitat del diferencial

Donat que la relació entre el corrent de defecte i la corrent de defecta assignada al diferencial és molt elevada fa que aquest últim actui en menys de 30 ms, valor molt inferior al màxim permès de 1 s. El mateix succeeix amb el diferencial de 300 ms.

$$\frac{I_d}{I_{\Delta n}} = \frac{11,11 A}{0,030 A} = 370,3$$

$$\frac{I_d}{I_{\Delta n}} = \frac{11,11 A}{0,30 A} = 37,03$$





E. Pressupost

S'ha dividit el pressupost de la font en tres partides ben diferenciades: Obra civil, Instal·lacions hidràuliques i Instal·lacions elèctriques.

Les despeses d'ofina tècnica i el benefici estan incloses en l'apartat d'honoraris del projecte.

Els preus unitaris indicats inclouen el preu del material i el preu de l'home/hora, fixat en 15.80€.

Les fonts utilitzades són la base de dades del ITEC, consultes als fabricants i consulta a l'empresa IMES, S.A. (Instalaciones y Montajes Eléctricos y Saneamientos, S.A.) especializada en el sector d'instal·lacions.

RESUM

Partida Obra Civil	53.926,78 €
Partida Instal·lacions Hidràuliques	43.542,11 €
Partida Instal·lacions Elèctriques	120.114,46 €
TOTAL PARTIDES	174.041,24 €
Honoraris de projecte (3,5%)	60.914,43 €
Honoraris de direcció d'obra (3,5%)	60.914,43 €
TOTAL PRESSUPOST SENSE IVA	295.870,11 €
IVA (16%)	47.339,22 €
TOTAL PRESSUPOST	343.209,32 €



E.1. Partida d'obra civil

CONCEPTE	UNITATS	PREU UNITARI	TOTAL
M3 Enderroc d'estructures de formigó armat, amb mitjans mecànics i càrrega manual i mecànica de runa sobre camió o contenidor	300,00	34,77 €	10.431,00 €
M3 Excavació de rasa fins a 4 m de fondària i fins 2 m d'amplada, en terreny fluix, amb mitjans mecànics i càrrega mecànica del material excavat	150,00	6,25 €	937,50 €
M3 Excavació de rasa fins a 4 m de fondària i més de 2 m d'amplada, en terreny fluix, amb mitjans mecànics i càrrega mecànica del material excavat	560,00	6,35 €	3.556,00 €
M3 Formigó per a rases i pous, HA-25/P/20/IIA, de consistència plàstica i grandària màxima del granulat de 20mm, abocat des de camió	25,00	56,71 €	1.417,75 €
Kg Acer en barres corrugades B 500 SD, límit elàstic ≥ 500 N/mm ² , en barres de diàmetre 16 mm com a màxim, per a l'armadura de rases i pous	0,01	0,88 €	0,01 €
M2 Encofrat amb tauler de fusta per a rases i pous	120,00	17,67 €	2.120,40 €
M3 Formigó per a murs de contenció HA-25/P/20/IIA de consistència plàstica i grandària màxima del granulat de 20 mm, abocat amb cubilot	75,00	58,96 €	4.422,00 €
Kg Acer en barres corrugades B 500 SD de límit elàstic ≥ 500 N/mm ² , com a màxim 16 mm per a l'armadura de murs de contenció	0,24	1,01 €	0,24 €
M2 Muntatge i desmuntatge d'una cara d'encofrat amb plafó metàl·lic i suports amb puntals mecànics, per a murs de contenció de base rectilínia encofrats a una cara, per una alçada de treball ≤ 5 m, per a deixar el formigó vist	150,00	23,53 €	3.529,50 €
M3 Formigó per a lloses de fonament, HA-25/P/20/IIA, de consistència plàstica i grandària màxima de granulat 20 mm, abocat amb cubilot	30,00	62,20 €	1.866,00 €



CONCEPTE	UNITATS	PREU UNITARI	TOTAL
Kg Acer A/42B, per a pilars formats per peça simple i amb una capa d'imprimació antioxidant, en perfils laminats sèrie IPN,IPE,HEB,HEA,UPN, col.locat a l'obra amb soldadura	0,01	1,32 €	0,01 €
M3 Formigó per a pilars de columna, HA-25/P/20/IIA, de consistència plàstica i grandària màxima de granulat 20 mm, abocat amb cubilot	0,27	76,63 €	20,69 €
M3 Formigó per a bigues, HA-25/P/20/IIA, de consistència plàstica i grandària màxima de granulat 20 mm, abocat amb cubilot	0,70	77,14 €	54,00 €
M3 Formigó per a lloses, HA-25/P/20/IIA, de consistència plàstica i grandària màxima de granulat 20 mm, abocat amb cubilot	30,00	73,03 €	2.190,90 €
Ut Subministrament i instal·lació de tub passador amb brida d'estanquitat i vidre superior per a projectors, diàmetre 43 mm col.locat	48,00	75,31 €	3.614,88 €
Ut Subministrament i instal·lació de tub passador amb brida d'estanquitat per les toveres, diàmetre DN 65	1,00	62,61 €	62,61 €
Ut Subministrament i instal·lació de tub passador amb brida d'estanquitat per les toveres, diàmetre DN 25	36,00	58,11 €	2.091,96 €
Ut Subministrament i instal·lació de tub passador amb brida d'estanquitat per les toveres, diàmetre DN 15	8,00	56,41 €	451,28 €
M2 Membrana MA-3 (UNE 104-402), de densitat superficial 6,6 kg/m2 de dues làmines d'una axioasfalt LO-40-PE amb armadura de film de polietilè de 95 g/m2 i una d'oxialsfalt LO-30/M-TV amb armadura de teixit de fibra de vidre de 50 g/m2, adherida en calent	700,00	20,08 €	14.056,00 €
Ut Escala d'alumini amb barana	1,00	92,00 €	92,00 €
Ut Extintor manual de diòxid de carboni, de càrrega 5 kg, amb pressió incorporada, pintat, amb suport a	2,00	116,00 €	232,00 €
Ut Ajudes externes	1,00	2.780,00 €	2.780,00 €
IMPORT TOTAL DE LA PARTIDA			53.926,78 €



E.2. Partida d'instal·lacions hidràuliques

CONCEPTE	UNITATS	PREU UNITARI	TOTAL
Ut Bomba centrífuga autocebant, monocel·lular, amb motor elèctric de 11 kW, col·locada sobre bancada comú amb protector d'acoplament. Dimensió entrada bomba DN 50, dimensió descàrrega bomba DN 32, totalment instal·lada. Marca GRUNDFOS	2,00	1.932,42 €	3.864,84 €
Ut Bomba centrífuga autocebant, monocel·lular, amb motor elèctric de 7,5 kW, col·locada sobre bancada comú amb protector d'acoplament. Dimensió entrada bomba DN 65, dimensió descàrrega bomba DN 50, totalment instal·lada. Marca GRUNDFOS	2,00	1.686,42 €	3.372,84 €
Ut Bomba centrífuga autocebant, monocel·lular, amb motor elèctric de 4 kW, col·locada sobre bancada comú amb protector d'acoplament. Dimensió entrada bomba DN 50, dimensió descàrrega bomba DN 32, totalment instal·lada. Marca GRUNDFOS	2,00	1.296,42 €	2.592,84 €
Ut Bomba centrífuga autocebant, monocel·lular, amb motor elèctric de 11 kW, col·locada sobre bancada comú amb protector d'acoplament. Dimensió entrada bomba DN 65, dimensió descàrrega bomba DN 40, totalment instal·lada. Marca GRUNDFOS	2,00	1.920,42 €	3.840,84 €
Ut Bomba de drenatge col·locada, submergible, vertical, monocel·lular, d'acer inoxidable, estanca i protegida, amb motor de 0,3 kW. Marca	1,00	357,42 €	357,42 €
Ut Prefiltres de fundició de 11 litres de capacitat amb diàmetres d'entrada DN65 i de sortida DN65	8,00	362,61 €	2.900,88 €
MI Tub d'acer galvanitzat sense soldadura, de diàmetre nominal DN500, segons DIN 2440 ST 35, roscat, amb grau de dificultat mig i col·locat	13,00	86,30 €	1.121,90 €
MI Tub d'acer galvanitzat sense soldadura, de diàmetre nominal DN200, segons DIN 2440 ST 35, roscat, amb grau de dificultat mig i col·locat	1,50	65,48 €	98,22 €
MI Tub d'acer galvanitzat sense soldadura, de diàmetre nominal DN100, segons DIN 2440 ST 35, roscat, amb grau de dificultat mig i col·locat	8,00	51,93 €	415,44 €
MI Tub d'acer galvanitzat sense soldadura, de diàmetre nominal DN80, segons DIN 2440 ST 35, roscat, amb grau de dificultat mig i col·locat	2,00	37,43 €	74,86 €



	CONCEPTE	UNITATS	PREU UNITARI	TOTAL
MI	Tub d'acer galvanitzat sense soldadura,de diàmetre nominal DN65, segons DIN 2440 ST 35, roscat , amb grau de dificultat mig i col.locat	44,00	31,50 €	1.386,00 €
MI	Tub d'acer galvanitzat sense soldadura,de diàmetre nominal DN50, segons DIN 2440 ST 35, roscat , amb grau de dificultat mig i col.locat	82,50	23,92 €	1.973,40 €
MI	Tub d'acer galvanitzat sense soldadura,de diàmetre nominal DN40, segons DIN 2440 ST 35, roscat , amb grau de dificultat mig i col.locat	0,50	15,20 €	7,60 €
MI	Tub d'acer galvanitzat sense soldadura,de diàmetre nominal DN32, segons DIN 2440 ST 35, roscat , amb grau de dificultat mig i col.locat	23,50	15,20 €	357,20 €
MI	Tub d'acer galvanitzat sense soldadura,de diàmetre nominal DN20, segons DIN 2440 ST 35, roscat , amb grau de dificultat mig i col.locat	5,00	10,26 €	51,30 €
Ut	Muntatge de corba de mandril de 90° d'acer al carboni sense soldadura de diàmetre nominal DN100, segons norma DIN2605/norma3	2,00	43,29 €	86,58 €
Ut	Muntatge de corba de mandril de 90° d'acer al carboni sense soldadura de diàmetre nominal DN80, segons norma DIN2605/norma3	2,00	41,53 €	83,06 €
Ut	Muntatge de corba de mandril de 90° d'acer al carboni sense soldadura de diàmetre nominal DN65, segons norma DIN2605/norma3	10,00	40,83 €	408,28 €
Ut	Muntatge de corba de mandril de 90° d'acer al carboni sense soldadura de diàmetre nominal DN50, segons norma DIN2605/norma3	4,00	40,38 €	161,51 €
Ut	Muntatge de corba de mandril de 90° d'acer al carboni sense soldadura de diàmetre nominal DN40, segons norma DIN2605/norma3	2,00	40,08 €	80,16 €
Ut	Muntatge de corba de mandril de 90° d'acer al carboni sense soldadura de diàmetre nominal DN32, segons norma DIN2605/norma3	4,00	40,02 €	160,07 €
Ut	Muntatge de reducció concèntrica d'acer al carboni sense soldadura de diàmetre nominal DN100 a DN50, segons norma DIN2616	1,00	98,77 €	98,77 €



CONCEPTE	UNITATS	PREU UNITARI	TOTAL
Ut Muntatge de reducció concèntrica d'acer al carboni sense soldadura de diàmetre nominal DN80 a DN50, segons norma DIN2616	1,00	86,71 €	86,71 €
Ut Muntatge de reducció concèntrica d'acer al carboni sense soldadura de diàmetre nominal DN80 a DN40, segons norma DIN2616	1,00	76,02 €	76,02 €
Ut Muntatge de reducció concèntrica d'acer al carboni sense soldadura de diàmetre nominal DN65 a DN50, segons norma DIN2616	5,00	72,31 €	361,54 €
Ut Muntatge de reducció concèntrica d'acer al carboni sense soldadura de diàmetre nominal DN65 a DN32, segons norma DIN2616	3,00	67,11 €	201,32 €
Ut Vàlvula de papallona de cos de fundició i interior d'acer inoxidable DN 65	4,00	103,09 €	412,35 €
Ut Vàlvula de papallona de cos de fundició i interior d'acer inoxidable DN 50	6,00	101,18 €	607,07 €
Ut Vàlvula de papallona de cos de fundició i interior d'acer inoxidable DN 40	2,00	98,11 €	196,22 €
Ut Vàlvula de papallona de cos de fundició i interior d'acer inoxidable DN 32	4,00	92,98 €	371,91 €
Ut Vàlvula de retenció de cos de fundició i interior d'acer inoxidable DN 50	2,00	86,03 €	172,06 €
Ut Vàlvula de retenció de cos de fundició i interior d'acer inoxidable DN 40	4,00	77,74 €	310,95 €
Ut Vàlvula de retenció de cos de fundició i interior d'acer inoxidable DN 32	4,00	74,77 €	299,07 €
Ut Vàlvula de comporta de cos de fundició i interior d'acer inoxidable DN 65	1,00	94,38 €	94,38 €
Ut Vàlvula de comporta de cos de fundició i interior d'acer inoxidable DN 32	12,00	67,83 €	813,93 €
Ut Vàlvula de comporta de cos de fundició i interior d'acer inoxidable DN 20	8,00	58,98 €	471,82 €
Ut Vàlvula electromagnètica ELM de bronze i acer inoxidable	24,00	405,51 €	9.732,18 €
Ut Muntatge de tovera de llautó tipus Geiser de 12 kg amb diàmetre de sortida de 80 mm i connexió de G 2 1/2". Marca SAFE RAIN	1,00	648,53 €	648,53 €



CONCEPTE	UNITATS	PREU UNITARI	TOTAL
Ut Muntatge de tovera de llautó tipus Geiser de 1,13 kg amb diàmetre de sortida de 24 mm i connexió de G 1". Marca SAFE RAIN	24,00	80,30 €	1.927,20 €
Ut Muntatge de tovera de llautó tipus Pulveritzador de 0,385 kg amb diàmetre de sortida de 10 mm i connexió de G 1". Marca SAFE RAIN	12,00	34,41 €	412,92 €
Ut Muntatge de tovera de llautó tipus Pirouette M7-5T de 0,8 kg amb diàmetre de sortida de 2 mm i connexió de G 1/2". Marca OASE PUMPEN	8,00	78,95 €	631,60 €
Ut Muntatge superficial de tub de PVC de clavaquera de diàmetre 90mm	3,00	23,02 €	69,06 €
Ut Ajudes externes a les instal·lacions	1,00	2.151,30 €	2.151,30 €
IMPORT TOTAL DE LA PARTIDA			43.542,11 €



E.3. Partida d'instal·lacions elèctriques

CONCEPTE	UNITATS	PREU UNITARI	TOTAL
Ut Quadre general de baixa tensió, IP-54 amb perfil·leria i elements portaequips, portes amb candaus, pletines de borns, aparells de mesura, interruptor d'escomesa, contactors magnetotèrmics en general, tal com s'indica en l'esquema elèctric, plànols i altres documents del projecte. Totalment	1,00	9.164,42 €	9.164,42 €
Ut Quadre de comandament, IP-54 amb perfil·leria i elements portaequips, portes amb candaus, pletines de borns, interruptors diferencials, interruptors magnetotèrmics, contactors i bobines, tal com s'indica en l'esquema elèctric, plànols i altres documents del projecte. Totalment instal·lat.	1,00	24.655,70 €	24.655,70 €
Ut Caixa general de protecció de 100 A, formada per envoltant de polièster amb portafusibles interior amb fusibles de 200 A i barra de connexió de neutre. Completament instal·lat.	1,00	117,90 €	117,90 €
Ut Equip de mesura T-20 format per contador trifàsico de tres cables, per mesurar energia activa doble tarifa, per 230 o 400 V i contador trifàsico per mesurar energia reactiva en un conjunt modular de doble aïllament. Completament instal·lat.	1,00	1.410,81 €	1.410,81 €
MI Conductor de coure nuu de secció 50 mm ² per a la posada a terra	36,00	5,84 €	210,40 €
Ut Piqueta de connexió a terra d'acer, amb recobriments de coure de gruix estàndard, de 2000 mm de llargària i de 14,6 mm de diàmetre, clavada	6,00	17,98 €	107,88 €
MI Subministre i estesa de línia d'alimentació d'escomesa de conductors 3x1x120 mm ² fases, 1x70 mm ² neutre i 1x50 mm ² terra	50,00	12,37 €	618,54 €
MI Subministre i estesa de conductor de coure, serie 750 V unipolar de 25 mm ²	35,00	2,68 €	93,69 €
MI Subministre i estesa de conductor de coure, serie 750 V unipolar de 16 mm ²	3,00	1,26 €	3,78 €
MI Subministre i estesa de conductor de coure, serie 750 V unipolar de 10 mm ²	150,00	0,97 €	145,58 €
MI Subministre i estesa de conductor de coure, serie 750 V unipolar de 6 mm ²	481,00	0,76 €	367,05 €



	CONCEPTE	UNITATS	PREU UNITARI	TOTAL
MI	Subministre i estesa de conductor de coure, serie 750 V unipolar de 4 mm2	136,00	0,50 €	68,47 €
MI	Subministre i estesa de conductor de coure, serie 750 V unipolar de 2,5 mm2	548,25	0,45 €	248,61 €
MI	Subministre i estesa de conductor de coure, serie 750 V unipolar de 1,5 mm2	678,50	0,41 €	280,54 €
MI	Subministrament i estesa de tub protector de PVC rígid de 40 mm de diàmetre	35,00	5,86 €	2.397,58 €
MI	Subministrament i estesa de tub protector de PVC rígid de 32 mm de diàmetre	51,00	4,48 €	228,61 €
MI	Subministrament i estesa de tub protector de PVC rígid de 20 mm de diàmetre	176,29	4,02 €	708,89 €
MI	Subministrament i estesa de tub protector de PVC rígid de 16 mm de diàmetre	408,92	3,58 €	1.463,26 €
Ut	Subministre i muntatge de caixa de derivació estanca, IP55, serie PLEXO de Legrand de 80x80 mm amb borns de connexió	110,00	7,49 €	824,02 €
Ut	Projector amb làmpada d'halogenurs metàl·lics mod.: MAXIWOODY-5667de IGUZZINIde 250 W	28,00	351,61 €	9.844,97 €
Ut	Projector amb làmpada d'halogenurs metàl·lics mod.: MAXIWOODY-5658 de IGUZZINIde 150 W	12,00	345,61 €	4.147,27 €
Ut	Projector amb làmpada d'halogenurs metàl·lics mod.: MAXIWOODY-5659 de IGUZZINIde 150 W	8,00	345,61 €	2.764,85 €
Ut	LLumenera fluorescent estanca IP-66 mod.: TCW-279 258 HS PHILIPS con fluorescente 2x58 W/33.	24,00	86,80 €	2.083,27 €
Ut	LLumenera fluorescent estanca IP-40 mod.: TCS-097 118 PHILIPS con fluorescente TL-D 1x18 W.	2,00	71,69 €	143,39 €
Ut	LLumenera fluorescent estanca IP-40 mod.: TCS-097 118 PHILIPS con fluorescente TL-D 2x18 W.	12,00	86,72 €	1.040,68 €
Ut	Llumenera d'emergència fluorescent FL. 8 W i senyalització, mod.:HYDRA C7S, DAISALUX de 347 lúmens / 69,4 m2., de superfície, incloent ròtul d'emergència.	8,00	121,74 €	973,93 €
Ut	Instal·lació de les preses de corrent de 16A muntades en caixes estanques, IP55	4,00	17,66 €	70,65 €
Ut	Subministrament, instal·lació i programació de l'autòmat programable	1,00	1.255,70 €	1.255,70 €



CONCEPTE		UNITATS	PREU UNITARI	TOTAL
Ut	Subministrament i instal·lació completa de la sonda de nivell	1,00	429,21 €	429,21 €
Ut	Subministrament i instal·lació completa de l'anemòmetre	1,00	397,61 €	397,61 €
Ut	Subministrament i instal·lació completa del termohigròmetre	1,00	241,61 €	241,61 €
Ut	Subministrament i instal·lació completa del ventilador axial monofàsic de 300 W tipus AXITUB	1,00	383,22 €	383,22 €
Ut	Instal·lació de la línia telefònica	1,00	54,70 €	54,70 €
Ut	Subministrament, instal·lació i regulació del sistema de depuració amb filtres d'anelles	1,00	48.766,06 €	48.766,06 €
Ut	Subministrament i instal·lació de la bomba dosificadora de clor	1,00	652,61 €	652,61 €
Ut	Ajudes externes a les instal·lacions	1,00	3.749,00 €	3.749,00 €
IMPORT TOTAL DE LA PARTIDA				120.114,46 €



F. Plànols

Els plànols es troben a les carpetes que s'adjunta. La relació de plànols presentats és:

UBICACIÓ

1. Situació
2. Localització

OBRA CIVIL

1. General
2. Sala entrada
3. Passadís
4. Sala de màquines

HIDRÀULICA

1. Esquema de principi
2. Circuits hidràulics
3. Escenari 1, Geiser
4. Escenari 2, Brolladors
5. Escenari 3, Pulveritzadors
6. Escenari 4, Pirouettes
7. Escenari 5, Drenatge
8. Disposició toveres
9. Detall toveres
10. Detall bombes
11. Bomba de drenatge

ELECTRICITAT

1. Circuits bombes i depuració
2. Circuits llum exterior
3. Circuits llum interior
4. Altres circuits
5. Detall projectors
6. Detall quadre general

ESQUEMA ELÈCTRIC

1. Escomesa
2. Línia principal
3. Línia principal
4. Línia principal
5. Línia principal
6. Línia principal
7. Línia principal
8. Línia auxiliar
9. Línia auxiliar
10. Maniobra
11. Maniobra
12. Maniobra
13. Maniobra
14. Maniobra
15. Maniobra
16. Maniobra
17. Maniobra
18. Maniobra
19. Sortides automàtic
20. Automàtic

GRAFICET

1. Nivell 1
2. Nivell 2
3. Nivell 2
4. Nivell 2

